

UNIVERSIDADE DE LISBOA
FACULDADE DE CIÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA GEOGRÁFICA, GEOFÍSICA E ENERGIA



Eficiência energética e caracterização do comportamento adaptativo dos ocupantes

Mariana Rego Neto

Mestrado Integrado em Engenharia da Energia e do Ambiente

Dissertação orientada por:
Doutor Armando Pinto (LNEC)
Professor Fernando Marques da Silva (FCUL)

2018

Agradecimentos

Primeiramente, um sincero agradecimento ao Prof. Marques da Silva e ao Doutor Armando Pinto, pelo apoio e disponibilidade constante, pelos conselhos e orientações determinantes para a evolução do meu percurso e pela oportunidade de aprendizagem.

Ao Doutor Paulo Machado, pelo interesse demonstrado pelo tema desta dissertação, pela disponibilidade e por todo o apoio necessário.

Ao Laboratório Nacional de Engenharia Civil e a todos os seus funcionários que ao responderem ao questionário tornaram esta dissertação possível.

À minha família e amigos, em especial aos meus pais e irmã, pelo incentivo, conforto e apoio incondicional.

Resumo

O uso intensivo das diferentes fontes de energia disponíveis, sobretudo das não renováveis, tem merecido bastante atenção por parte da comunidade científica e da sociedade em geral, sendo o aumento da eficiência energética dos edifícios imperativo. Assim, um dos principais desafios que o mundo atual enfrenta diz respeito à gestão dos recursos energéticos, sem prejuízo no conforto e bem-estar das populações. Este desafio levanta dificuldades para a conceção de edifícios novos, para edifícios sujeitos a grandes intervenções e para a exploração dos edifícios existentes, uma vez que grande parte destes foi construída em épocas onde os materiais não tinham a qualidade e propriedades que hoje são exigidas, assim como a sua arquitetura não corresponde a parâmetros que proporcionam condições de conforto com baixas necessidades energéticas.

A presente dissertação procura estabelecer e testar uma metodologia de inquirição dos ocupantes para analisar as condições de conforto e bem-estar nos edifícios de comércio e serviços, utilizando uma abordagem interdisciplinar entre as caracterizações objetivas dos ambientes interiores e a subjetividade de cada indivíduo na transmissão da sua experiência sensorial. Neste sentido, esta dissertação apresenta o desenvolvimento de um inquérito por questionário e os resultados da sua aplicação na avaliação das condições objetivas e subjetivas de conforto e bem-estar de edifícios do LNEC, pretendendo contribuir para analisar as relações entre as características dos edifícios/espços, comportamentos dos ocupantes e níveis de conforto e bem-estar, incluindo aspetos subjetivos como as perceções, expectativas e comportamentos de cada ocupante dos edifícios para com o ambiente interior e para com os sistemas de controlo de que dispõem, permitindo potenciar a capacidade explicativa e de previsão das ferramentas de análise mais tradicionais.

Uma maioria relativa dos ocupantes do LNEC indica que se encontra globalmente satisfeita com o local de trabalho apesar de em muitos parâmetros existir mais insatisfação do que satisfação, sendo esta insatisfação geralmente mais acentuada no verão. O ambiente térmico é o parâmetro ‘mais importante’ para a maioria dos inquiridos e também um dos que apresenta maior desconforto. Existem alguns comportamentos adaptativos assertivos por parte dos ocupantes nomeadamente em relação ao vestuário e à utilização das janelas. Contudo, quanto à utilização de iluminação artificial e dos dispositivos de sombreamento não é possível concluir que em todos os edifícios exista um correto comportamento adaptativo.

Por fim, é efetuada a análise da eficiência energética de dois edifícios apreciando a sua relação com as condições de conforto e bem-estar não desprezando que esta análise é limitada, pois realizou-se apenas em dois edifícios do LNEC. Apesar dos dois edifícios analisados possuírem a mesma classe energética, o Edifício Fernando Abecasis tem um rácio de classe energética inferior ao Edifício de ensaio de componentes e apresenta uma menor percentagem de pessoas que considera estar satisfeita com a globalidade dos fatores. Assim, neste estudo verifica-se a necessidade de aliar as caracterizações objetivas e subjetivas dos ambientes interiores através da certificação energética e da aplicação de um inquérito por questionário dado que a classe energética não reflete a satisfação dos ocupantes permitindo uma análise mais detalhada do que pode ser melhorado nos edifícios de forma a potenciar a produtividade dos trabalhadores e a redução dos custos energéticos.

Palavras-Chave:

Eficiência energética, Conforto, Bem-estar, Edifícios de comércio e serviços

Abstract

The intensive use of different available energy sources, particularly non-renewable energy sources, has received a lot of attention from the scientific community and society, mainly because it is imperative to increase the energy efficiency of buildings. Therefore, one of the main challenges facing the world today is the management of energy resources, without prejudice to the comfort and well-being of the population. This challenge raises difficulties for the design of new buildings, for buildings that have undergone interventions and for the exploration of existing buildings, since most of these were built with materials that don't have the quality and properties that are currently required. Adding to it, the architecture of those buildings does not correspond to the parameters that provide comfort with low energy needs.

The present dissertation tries to establish and test an occupancy survey methodology to analyze the comfort and well-being conditions in commercial and services buildings, by using an interdisciplinary approach between the objectivity of a characterization of the interior environments and the subjectivity of the individual transmission of the sensory experience each occupant. Hence, this dissertation presents the development of a questionnaire survey and the results of its application in the evaluation of the objective and subjective conditions of comfort and welfare of the LNEC buildings. Consequently, this thesis aims to contribute to the analysis of the relations between the characteristics of the buildings/spaces, occupants' behaviours and the levels of comfort and well-being, including subjective aspects such as the perceptions, expectations, and behaviours of each occupant, including the interior environment and control systems at their disposal. The analysis of these relations will allow to enhance the explanatory capacity of the traditional analysis tools.

A relative majority of LNEC occupants indicates a global satisfaction with the workplace even though in many parameters there is more dissatisfaction than satisfaction, especially in the summer. The thermal environment is the 'most important' parameter for most of the respondents and one of those that present greater discomfort. For instance, occupants have some assertive adaptive behaviours regarding clothing and the use of windows. However, when it comes to use artificial lighting and shading devices it is not possible to conclude that there is correct adaptive behaviour in all buildings.

Finally, an analysis of the energy efficiency of the two buildings is carried out, appreciating its relationship with the comfort and well-being conditions. It is important to note that this analysis is limited since it was only done in two LNEC buildings. Although the two buildings analysed have the same energy class, the Fernando Abecasis Building has a lower energy class ratio than the Component Testing Building. Furthermore, the first building has a lower percentage of people satisfied with the overall factors. Thus, this study shows the need to combine the objective and subjective characterization of the interior environments through energy certification and the application of a questionnaire survey given that the energy class does not reflect the satisfaction of the occupants allowing a more detailed analysis of what can be improved in buildings to boost worker productivity and reduce energy costs.

Keywords:

Energy Efficiency, Comfort, Well-Being, Commercial and Services Buildings

Índice

Agradecimentos.....	III
Resumo.....	V
Abstract	VI
Índice.....	VIII
Índice de tabelas	XI
Índice de figuras	XII
Lista de abreviaturas, siglas e símbolos	XV
1. Introdução.....	1
1.1. Motivação.....	1
1.2. Objetivos	1
2. Estado da arte	3
2.1. Conforto e bem-estar	3
2.2. Conforto e bem-estar: Variáveis.....	4
2.2.1. Variáveis geográficas e climáticas	5
2.2.2. Variáveis espaço-funcionais.....	5
2.3. Conforto: Legislação e normalização	8
2.3.1. Certificação Energética	10
2.3.2. Simulador de eficiência energética ECO.AP.....	11
3. Método	14
3.1. Descrição geral	14
3.2. Formulação do questionário	15
3.2.1. Variáveis independentes	15
3.2.2. Variáveis dependentes	15
3.3. Análise estatística	19
3.4. Simulador de eficiência energética ECO.AP.....	19
4. Resultados	20
4.1. Condições de aplicação	20
4.2. Caracterização da amostra.....	20
4.3. Análise descritiva do conforto e bem-estar dos edifícios do LNEC.....	24
4.4. Correlações.....	62
4.5. Certificação energética e questionário.....	64
4.5.1. Resultados do questionário para o Edifício de ensaio de componentes	65
4.5.2. Resultados do simulador ECO.AP para o Edifício de ensaio de componentes	70
4.5.3. Resultados do questionário para o Edifício Fernando Abecasis.....	71

4.5.4.	Resultados do simulador ECO.AP para o Edifício Fernando Abecasis	76
5.	Conclusões	78
6.	Referências	80
	ANEXO A –	84
	O INQUÉRITO POR QUESTIONÁRIO	84
	ANEXO B –	110
	VARIÁVEIS E RESULTADOS DO QUESTIONÁRIO	110
	ANEXO C –	113
	RESULTADOS DO SIMULADOR ECO.AP	113

Índice de tabelas

Tabela 2.1 – Estudos que analisam diferentes parâmetros de conforto e bem-estar.	8
Tabela 2.2 - Tabela de classificação dos edifícios por categorias [33].	9
Tabela 2.3 - Critérios para o cálculo das necessidades de energia para edifícios da categoria III [33].	10
Tabela 2.4 - Intervalos de valor de R_{IEE} para a determinação da classe energética em pré-certificados e certificados SCE dos modelos tipo Pequenos Edifícios de Comércio e Serviços e Grandes Edifícios de Comércio e Serviços.....	11
Tabela 4.1 - Caracterização da amostra de inquiridos e do universo, segundo o sexo, a idade, o cargo e o edifício onde trabalham com a respetiva taxa de cobertura.....	21
Tabela 4.2 - Caracterização da amostra de inquiridos segundo o nível de atividade física, se é destro ou canhoto e se utiliza óculos e/ou lentes de contacto.	23
Tabela 4.3 - Caracterização das condições ambientais da amostra de inquiridos segundo a orientação da fachada do compartimento onde trabalham e o número de pessoas que se encontram no mesmo.	24
Tabela 4.4 - Frequência com que a amostra de inquiridos utiliza o sombreamento.....	26
Tabela 4.5 - Tipo de roupa que a amostra de inquiridos veste.	29
Tabela 4.6 - Frequência com que a amostra de inquiridos utiliza equipamentos de climatização.	30
Tabela 4.7 - Frequência da abertura das janelas.....	36
Tabela 4.8 - Frequência com que a iluminação artificial é utilizada.	40
Tabela 4.9 - Medidas de eficiência energética aplicáveis ao Edifício de ensaio de componentes.	70
Tabela 4.10 - Medidas de eficiência energética aplicáveis ao Edifício Fernando Abecasis.	76
Tabela 6.1 – Orientação da fachada do compartimento por edifício.....	111
Tabela 6.2 – Data de construção dos edifícios.	111
Tabela 6.3 - Consumo anual de energia previsto por simulação dinâmica detalhada multizona do Edifício de ensaio de componentes.	114
Tabela 6.4 - Consumo anual de energia previsto por simulação dinâmica detalhada multizona do Edifício Fernando Abecasis.	114

Índice de figuras

Figura 4.1 - <i>Campus</i> do LNEC.....	22
Figura 4.2 - Sensação térmica no compartimento no verão.	25
Figura 4.3 - Sensação térmica no compartimento no inverno.	25
Figura 4.4 - Sensação térmica no compartimento no verão por edifício.	25
Figura 4.5 - Sensação térmica no compartimento no inverno por edifício.....	26
Figura 4.6 - Frequência com que o sombreamento é utilizado no verão por edifício.	27
Figura 4.7 - Frequência com que o sombreamento é utilizado no inverno por edifício.	27
Figura 4.8 - Preferência da temperatura no compartimento.	28
Figura 4.9 - Preferência da temperatura no compartimento no verão por edifício.	28
Figura 4.10 - Preferência da temperatura no compartimento no inverno por edifício.	29
Figura 4.11 - Frequência com que o aquecimento é utilizado no inverno por edifício.	30
Figura 4.12 - Frequência com que a ventoinha é utilizada por edifício.	31
Figura 4.13 - Frequência com que o ar condicionado é utilizado por edifício.	31
Figura 4.14 - Satisfação com o ambiente térmico.	32
Figura 4.15 - Satisfação com o conforto térmico por edifício no verão.	32
Figura 4.16 - Satisfação com o conforto térmico por edifício no inverno.....	33
Figura 4.17 - Intensidade do odor no verão.....	33
Figura 4.18 - Intensidade do odor no inverno.	33
Figura 4.19 - Intensidade do odor no verão por edifício.	34
Figura 4.20 - Intensidade do odor no inverno por edifício.....	34
Figura 4.21 - Perceção do odor no verão por edifício.	34
Figura 4.22 - Perceção do odor no inverno por edifício.....	35
Figura 4.23 - Satisfação com a qualidade do ar no verão.....	35
Figura 4.24 - Satisfação com a qualidade do ar no inverno.	35
Figura 4.25 - Satisfação com a qualidade do ar no verão por edifício.	36
Figura 4.26 - Satisfação com a qualidade do ar no inverno por edifício.	36
Figura 4.27 - Frequência da abertura da(s) janela(s) no verão por edifício.....	37
Figura 4.28 - Frequência da abertura da(s) janela(s) no inverno por edifício.	37
Figura 4.29 - Importância de cada factor na decisão de abrir a(s) janela(s) do compartimento.....	38
Figura 4.30 - Importância de cada factor na decisão de manter a(s) janela(s) do compartimento fechada(s).	38
Figura 4.31 - Nível de iluminação no compartimento e na secretaria.	38
Figura 4.32 - Iluminação natural no compartimento no verão por edifício.....	39
Figura 4.33 - Iluminação natural no compartimento no inverno por edifício.	39
Figura 4.34 - Iluminação natural na secretária no verão por edifício.....	40
Figura 4.35 - Iluminação natural na secretária no inverno por edifício.	40
Figura 4.36 - Frequência com que a iluminação artificial é utilizada no verão por edifício.	41
Figura 4.37 - Frequência com que a iluminação artificial é utilizada no inverno por edifício.....	41
Figura 4.38 - Satisfação com a iluminação no verão.....	42
Figura 4.39 - Satisfação com a iluminação no inverno.	42
Figura 4.40 - Satisfação com a iluminação no verão por edifício.	42
Figura 4.41 - Satisfação com a iluminação no inverno por edifício.....	42
Figura 4.42 - Importância de cada fator para o ruído.	43
Figura 4.43 - Satisfação com o ruído no verão.....	43
Figura 4.44 - Satisfação com o ruído no inverno.	43
Figura 4.45 - Satisfação com o isolamento acústico no verão.....	44

Figura 4.46 - Satisfação com o isolamento acústico no inverno.	44
Figura 4.47 - Satisfação com o isolamento acústico no verão por edifício.	44
Figura 4.48 - Satisfação com o isolamento acústico no inverno por edifício.	44
Figura 4.49 - Satisfação com o ruído no verão por edifício.	45
Figura 4.50 - Satisfação com o ruído no inverno por edifício.	45
Figura 4.51 - Classificação da vista para o exterior.	46
Figura 4.52 – Classificação da vista para o exterior por edifício.	46
Figura 4.53 - Satisfação com o espaço para trabalhar e guardar os seus pertences, com a privacidade e com a facilidade de interação com os outros colegas.	47
Figura 4.54 - Satisfação com o espaço para trabalhar e guardar os seus pertences por edifício.	47
Figura 4.55 - Satisfação com a privacidade por edifício.	48
Figura 4.56 - Satisfação com a facilidade de interação com os outros colegas por edifício.	48
Figura 4.57 - Satisfação com o conforto do mobiliário, cor e textura dos elementos e capacidade de ajustamento do mobiliário.	48
Figura 4.58 - Satisfação com o conforto mobiliário por edifício.	49
Figura 4.59 - Satisfação com a cor e textura dos elementos por edifício.	49
Figura 4.60 - Satisfação com o ajustamento do mobiliário por edifício.	50
Figura 4.61 - Satisfação com a manutenção do edifício e com a limpeza do edifício e do compartimento.	50
Figura 4.62 - Satisfação com a manutenção do edifício por edifício.	51
Figura 4.63 - Satisfação com a limpeza do edifício por edifício.	51
Figura 4.64 - Satisfação com a limpeza do compartimento onde trabalha por edifício.	52
Figura 4.65 - Parâmetros mais e menos importantes.	52
Figura 4.66 - Parâmetro mais importante no verão por edifício.	53
Figura 4.67 - Parâmetro mais importante no inverno por edifício.	53
Figura 4.68 - Parâmetro menos importante no verão por edifício.	53
Figura 4.69 - Parâmetro menos importante no inverno por edifício.	54
Figura 4.70 - Satisfação global.	54
Figura 4.71 - Satisfação global por edifício.	55
Figura 4.72 - Sensação térmica de acordo com a orientação da fachada do compartimento.	55
Figura 4.73 - Sensação térmica de acordo com a frequência com que utiliza o sombreamento.	56
Figura 4.74 - Sensação térmica de acordo com o nível de atividade física.	56
Figura 4.75 - Frequência com que o sombreamento é utilizado de acordo com a orientação da fachada do compartimento.	57
Figura 4.76 - Preferência da temperatura de acordo com a orientação da fachada do compartimento.	57
Figura 4.77 - Preferência da temperatura de acordo com a sensação térmica.	58
Figura 4.78 - Sensação térmica de acordo com o vestuário.	58
Figura 4.79 - Preferência da temperatura no compartimento de acordo com o vestuário.	59
Figura 4.80 - Preferência da temperatura no compartimento de acordo com a satisfação com o conforto térmico.	59
Figura 4.81 - Frequência da abertura da(s) janela(s) de acordo com a intensidade do odor sentido no compartimento.	60
Figura 4.82 - Frequência da abertura da(s) janela(s) de acordo com a utilização da ventoinha AC e AQ.	60
Figura 4.83 - Nível de iluminação natural no compartimento de acordo com a orientação da fachada.	61
Figura 4.84 - Iluminação natural no compartimento de acordo com a sensação térmica.	61
Figura 4.85 - Frequência com que a iluminação artificial é utilizada de acordo com a iluminação natural na secretaria.	62

Figura 4.86 - Frequência com que a iluminação artificial é utilizada de acordo com a frequência com que o sombreamento solar é utilizado.	62
Figura 4.87 - Correlação Spearman entre diferentes variáveis.....	63
Figura 4.88 - Correlação Spearman entre diferentes parâmetros em função da satisfação.	64
Figura 4.89 – Sensação térmica no compartimento no Edifício de ensaio de componentes.	65
Figura 4.90 – Preferência da temperatura no compartimento no Edifício de ensaio de componentes..	65
Figura 4.91 – Intensidade do odor no Edifício de ensaio	66
Figura 4.92 - Percepção do odor no Edifício de ensaio de componentes.	66
Figura 4.93 – Nível de iluminação no compartimento e na secretaria no Edifício de ensaio de componentes.....	66
Figura 4.94 – Importância de cada fator na decisão de manter a(s) janela(s) fechada(s) e na decisão de a(s) abrir no Edifício de ensaio de componentes.....	67
Figura 4.95 - Importância de cada fator para o ruído no Edifício de ensaio de componentes.	67
Figura 4.96 – Frequência com que alguns dispositivos e equipamentos são utilizados no Edifício de ensaio de componentes.....	68
Figura 4.97 - Parâmetros mais e menos importantes no Edifício de ensaio de componentes.	68
Figura 4.98 - Satisfação com diversos parâmetros de conforto no verão e no inverno no Edifício de ensaio de componentes.....	69
Figura 4.99 - Satisfação com diversos parâmetros de conforto no Edifício de ensaio de componentes.	69
Figura 4.100 – Satisfação global no Edifício de ensaio de componentes.....	69
Figura 4.101 - Sensação térmica no compartimento no Edifício Fernando Abecasis.....	72
Figura 4.102 - Preferência da temperatura no compartimento no Edifício Fernando Abecasis..	72
Figura 4.103 - Intensidade do odor no Edifício Fernando Abecasis.	72
Figura 4.104 - Percepção do odor no Edifício Fernando Abecasis.	72
Figura 4.105 – Nível de iluminação no compartimento e na secretaria no Edifício Fernando Abecasis.	72
Figura 4.106 - Importância de cada fator na decisão de manter a(s) janela(s) fechada(s) e na decisão de a(s) abrir no Edifício Fernando Abecasis.	73
Figura 4.107 - Importância de cada fator para o ruído no Edifício Fernando Abecasis.....	73
Figura 4.108 – Frequência com que alguns dispositivos e equipamentos são utilizados no Edifício Fernando Abecasis.	74
Figura 4.109 – Parâmetros mais e menos importantes no Edifício Fernando Abecasis.....	74
Figura 4.110 – Satisfação com diversos parâmetros de conforto no verão e no inverno no Edifício Fernando Abecasis.	75
Figura 4.111 – Satisfação com diversos parâmetros de conforto no Edifício Fernando Abecasis.....	75
Figura 4.112 - Satisfação global no Edifício Fernando Abecasis.....	75
Figura 6.1 - Percepção do odor no verão.....	112
Figura 6.2 - Percepção do odor no inverno.	112

Lista de abreviaturas, siglas e símbolos

LNEC	Laboratório Nacional de Engenharia Civil
RCCTE	Regulamento das Características de Comportamento Térmico dos Edifícios
RECS	Regulamento de Desempenho Energético dos Edifícios de Comércio e Serviços
RECS - QAI	Regulamento de Desempenho Energético dos Edifícios de Comércio e Serviços – Qualidade do Ar Interior
R_{IEE}	Rácio de classe energética
RSECE	Regulamento dos Sistemas Energéticos de Climatização em Edifícios
SCE	Sistema Nacional de Certificação Energética

1. Introdução

1.1. Motivação

Atualmente, a utilização intensa das diferentes fontes de energia é uma preocupação global quer a nível económico, quer sobretudo a nível ambiental, uma vez que a maioria da energia utilizada provém de fontes não renováveis. Assim, um dos principais desafios que o mundo enfrenta na atualidade, diz respeito à gestão dos recursos energéticos sem comprometer o conforto e bem-estar das populações.

Em muitos edifícios existentes, a arquitetura e a estética sobrepuseram-se à adequada construção dos mesmos para o clima Português, pelo que muitos têm temperaturas inadequadas, reduzida luz natural, entre outros problemas, conduzindo a baixos níveis de conforto ou consumos excessivos de energia. Esses constrangimentos construtivos, como por exemplo, falta de proteção solar exterior, ventilação natural pela abertura das janelas, inércia térmica forte, isolamento térmico da envolvente, fazem com que os ocupantes tenham pouca capacidade adaptativa, conduzindo normalmente ao recurso a sistemas mecânicos ou elétricos, a um maior consumo de energia e por vezes a menor satisfação. De um modo geral, uma baixa capacidade adaptativa dos edifícios e dos ocupantes, reflete-se em baixos níveis de eficiência energética, baixos níveis de satisfação (conforto e bem-estar) e até mesmo baixa produtividade, nomeadamente em edifícios de escritórios e de serviços [1]. Contudo, Matias & Santos (2013) [2] e normas [3], [4] salientam que os ocupantes dos edifícios são mais tolerantes com as condições de conforto quando têm a possibilidade de se adaptarem, ou seja, quando podem atuar nos sistemas de climatização, nos elementos da envolvente e/ou na sua atividade ou vestuário.

Assim, nesta dissertação, onde se estudam edifícios maioritariamente sem ar-condicionado, seguir-se-á uma abordagem onde se procura perceber as relações entre as características dos edifícios, dos ocupantes e as condições de conforto e bem-estar. Para tal, será utilizado como instrumento um questionário aplicado aos ocupantes do *campus* do Laboratório Nacional de Engenharia Civil (LNEC) durante o período normal de trabalho, independentemente da sua condição profissional e vínculo à instituição, de forma a integrar o entendimento das atitudes e comportamentos dos utilizadores de edifícios relacionadas com o conforto e a visão das ciências físicas. Entende-se por residente a pessoa que se encontra autorizada a permanecer dentro dos edifícios do LNEC. Os edifícios do LNEC são predominantemente edifícios solares passivos (sem sistemas de ar condicionado), pelo que nesta apreciação considera-se todo o conhecimento existente sobre o conforto adaptativo.

Em dois dos edifícios do LNEC será também avaliada a eficiência energética [5] e será estudada uma eventual relação entre as respostas obtidas e o certificado energético do edifício, uma vez que este identifica medidas que permitem melhorar o conforto dos ocupantes e reduzem os custos energéticos do edifício. Em caso de sucesso da aplicação desta metodologia de apreciação pós-ocupação pré-questionários, considera-se que a mesma poderá ser um importante contributo para o diagnóstico energético e para evidenciar a bondade de algumas soluções construtivas passivas.

1.2. Objetivos

O âmbito deste estudo é desenvolver e testar um questionário para ocupantes de edifícios para avaliar o conforto, o bem-estar e a eficiência energética dos edifícios (relação com as soluções construtivas e classe de eficiência energética). Pretende-se também utilizar esse questionário para identificar quais são as variáveis/fatores mais importantes para o conforto e bem-estar.

Este método será desenvolvido e testado nos edifícios do LNEC sendo que, posteriormente, se pretende relacionar as respostas dos ocupantes do Edifício de ensaio de componentes e do Edifício Fernando Abecasis com a classe energética deste e com as medidas de melhoria energética.

Para este efeito serão realizadas as seguintes tarefas:

1. desenvolvimento de um questionário para conhecer a perceção do conforto e bem-estar dos ocupantes de edifícios de serviços e a eficiência energética dos mesmos;
2. aplicação do questionário aos ocupantes do LNEC;
3. determinação da classe energética do Edifício de ensaio de componentes e do Edifício Fernando Abecasis utilizando o simulador ECO.AP;
4. análise dos resultados obtidos no questionário, tendo em conta as características de desempenho térmico e energético dos edifícios em estudo para se averiguar o bem-estar e conforto dos ocupantes;
5. apreciação da relação entre as respostas dos ocupantes do Edifício de ensaio de componentes e do Edifício Fernando Abecasis com a classificação da certificação energética.

2. Estado da arte

“A energia é um dos pilares do desenvolvimento económico, e por isso garantir o abastecimento energético é fundamental para qualquer país” [6]. Deste modo, a origem e a forma como esta energia é produzida torna-se crucial para a sustentabilidade dos recursos, uma vez que os recursos não renováveis estão a esgotar-se. Neste âmbito, os edifícios representam cerca de 40% dos consumos totais de energia na Europa e menos de 30% em Portugal devido às menores necessidades de arrefecimento e aquecimento face à maioria dos países da Europa [7]. Reduzir os desperdícios de energia e encontrar formas de reduzir o consumo energético mantendo o conforto e bem-estar nos edifícios é imperativo. Para esse efeito, a Comissão Europeia publicou em 2000 a primeira versão da diretiva sobre eficiência energética de edifícios, levando à atualização da legislação sobre eficiência energética de edifícios em Portugal em 2006 (SCE, RCCTE e RSECE). A revisão da EPBD em 2010, levou a revisão da legislação portuguesa em 2013 (SCE, RHE e RECS, 2013), que introduziu o conceito de edifício passivo e de edifício híbrido, especificando também requisitos para a qualidade do ar (RECS-QAI) e para a iluminação [8]. Contudo, outros aspetos relevantes para o conforto e bem-estar, encontram-se omissos e requerem uma abordagem multidisciplinar [9].

Os edifícios de comércio e serviços são os que têm maior utilização e notoriedade pública sendo por isso, os que devem distinguir-se dando o exemplo para assim evoluir mentalidades e consciencializar a sociedade do problema ambiental que o planeta atravessa [10]. Dado que têm uma utilização elevada, é necessário reduzir o consumo dos recursos energéticos para reduzir os custos, aumentando a competitividade. Assim, uma utilização mais eficiente da energia permite diminuir o impacto ambiental e as emissões de dióxido de carbono para a atmosfera, trazendo benefícios em termos ambientais e na comunicação externa do seu negócio [10].

2.1. Conforto e bem-estar

O conforto e bem-estar do ambiente interior dos edifícios são um tema relevante, dadas as implicações na saúde e produtividade dos ocupantes, nos custos de construção e de exploração dos edifícios.

O bem-estar está relacionado com o estado de contentamento físico e emocional e refere-se à perceção e avaliação que as pessoas fazem de si próprias e das suas vidas. Numa linguagem científica, consiste nas experiências psicológicas positivas que ocorrem na vida e que refletem o bom funcionamento psicológico do indivíduo [11]. Existem duas abordagens para o bem-estar: a eudemónica/funcional, que se centra na autorrealização definindo bem-estar como o nível em que a pessoa está totalmente funcional; a hedónica/pessoal que surge associada à felicidade e define bem-estar como a procura pessoal pelo prazer e evasão à dor e sofrimento [12]. Ainda a este respeito, importa também perceber que a satisfação com a vida é uma avaliação subjetiva e global que cada indivíduo faz nas circunstâncias em que vive. Este é um dos principais indicadores de bem-estar em que a felicidade surge como motivação [12].

Sobre o conforto térmico, os primeiros estudos baseiam-se em parâmetros como temperatura exterior e interior, velocidade do ar, trocas de calor entre o corpo humano e o ambiente. Assim, estima-se um intervalo de temperaturas consideradas confortáveis para a maioria das pessoas e para as diversas tipologias de edifícios, não considerando a localização geográfica e o contexto cultural [13]. No entanto, estes estudos apresentam lacunas por não integram fatores como o contexto espaço-temporal e a componente psicossocial dos ocupantes dos edifícios e não diferenciam o uso do edifício [2] [14]. Desde então, novas abordagens têm surgido no que diz respeito ao conforto dos ocupantes no interior

de edifícios. O conforto é o resultado da interação das mudanças físicas, fisiológicas, direitos psicológicos, sociais e culturais, e depende da arquitetura, da roupa, dos hábitos alimentares e do clima [15].

O conforto adaptativo é um reflexo dos indivíduos a condições de desconforto, reagindo de forma a inverter a situação, procurando o conforto [16]. Os autores de Dear & Brager (1998) [2], distinguem três categorias de adaptação térmica: comportamental, fisiológica e psicológica. Neste seguimento, os autores definem como adaptação comportamental todas as modificações conscientes ou inconscientes que o indivíduo pode fazer para que o corpo esteja em equilíbrio térmico utilizando roupa adequada ao clima, consumo de alimentos e bebidas de acordo com a estação do ano, pela utilização de ventiladores, ar condicionado, aquecedores e pela abertura/fecho das janelas e portas. Importa ainda referir que, a roupa dificulta as trocas de calor por convecção e radiação, reduzindo a sensibilidade do corpo humano às variações de temperatura do meio ambiente e que, a resistência térmica da roupa depende do tipo de tecido, da fibra e do ajuste ao corpo [17]. A adaptação fisiológica traduz-se em respostas fisiológicas que acontecem pelo facto do indivíduo estar exposto a fatores ambientais térmicos. Esta adaptação pode ser de ordem genética ou acontecer durante o tempo de vida do indivíduo. Do ponto de vista fisiológico, esta adaptação térmica é permitida através de mecanismos de regulação térmica, tais como, a vasoconstrição, a vasodilatação, os tremores e os suores, que o corpo dispõe para sobreviver a ambientes adverso. Por sua vez, a adaptação psicológica tem a ver com a alteração de percepções e reações face às informações sensoriais decorrentes de experiências e expectativas ao nível térmico [2].

Outros tipos de adaptação podem registar-se ao nível da iluminação e da qualidade do ar. No primeiro caso, as medidas de conforto adaptativo podem passar pela abertura ou fecho dos estores, assim como a luz artificial pode ser ligada ou desligada. Já no segundo caso, a adaptação pode ser feita pela abertura de janelas e pela utilização de ventilação natural ou mecânica. Da mesma forma, se existir um ruído que se torne desconfortável para o ocupante, este tenderá a eliminá-lo e/ou reduzi-lo de forma a sentir-se novamente confortável, fechando a janela ou a porta, desligando o aparelho que emite esse som, por exemplo.

A climatização mecânica/artificial é muito utilizada nos dias de hoje, contudo não é garantia de conforto e bem-estar, uma vez que nem sempre se encontra ajustada e com correta manutenção, podendo comprometer a saúde dos ocupantes dos edifícios, envolvendo também consumos de energia elevados. Assim, quando se projeta um edifício, a insolação e o aproveitamento correto de recursos, como a ventilação natural e o sombreamento de fachadas, fazem parte de uma arquitetura que promove o conforto dos ocupantes para que estes desempenhem em plenitude as suas atividades com baixos consumos energéticos [18].

Deste modo, a sustentabilidade dos edifícios pelo uso eficiente da energia pretende a adoção de soluções que consumam menos energia e evitem desperdícios, utilizando equipamentos corretamente dimensionados e eficientes, bem como uma envolvente de desempenho elevado e a utilização de técnicas passivas de aquecimento solar, ventilação e arrefecimento. Por técnicas passivas entendem-se todas aquelas que se baseiam na arquitetura do edifício e nos materiais usados pelo mesmo.

2.2. Conforto e bem-estar: Variáveis

Os aspetos construtivos dos edifícios, o ambiente interior e o contexto comunitário determinam o conforto e bem-estar dos ocupantes nos edifícios. Nos dias de hoje, grande parte do dia é passado no local de trabalho sendo, por isso, essencial determinar os níveis de conforto e satisfação dos trabalhadores. Assim, torna-se relevante estudar as percepções e o comportamento dos ocupantes dos

edifícios de escritórios, comércio e serviços, uma vez que o desempenho e produtividade dos funcionários podem ser afetados pelo desconforto não contribuindo para negócios produtivos e bem-sucedidos a longo prazo [1].

O aproveitamento correto de recursos e da escolha dos materiais de construção tendo em conta o clima, os custos, a durabilidade e o fim a que se destinam, devem ser considerados quando se projeta um edifício. O local onde o edifício vai ser construído, a orientação espacial, a escolha dos materiais de construção da envolvente e o tamanho dos compartimentos são fatores que também devem ser pensados para que os ocupantes se sintam confortáveis e satisfeitos.

2.2.1. Variáveis geográficas e climáticas

A radiação solar tem uma grande influência no conforto dos ocupantes no interior do edifício e no nível de consumo energético necessário para manter esse conforto em níveis aceitáveis. Assim, conhecer e controlar o efeito da radiação solar no edifício é de extrema relevância para que este se torne mais sustentável. No hemisfério norte, geralmente, é recomendada a orientação dos edifícios a sul, onde a otimização dos ganhos solares de inverno/verão é mais eficiente, tendo em atenção que no verão é importante ter mecanismos de sombreamento da fachada de modo a que não existam ganhos solares excessivos [19]. Contudo, é relevante entender que não existe uma solução única e aplicável a todas as situações, deve ser sempre estudado o caso em concreto. Neste sentido, para este estudo, considera-se importante avaliar o efeito da exposição solar dos espaços.

Deve também ser tido em conta que uma cidade não representa necessariamente as mesmas condições climáticas que uma vila e/ou aldeia mesmo estando inseridos no mesmo clima. As temperaturas que se fazem sentir nas cidades, devido ao fenómeno de ilha de calor urbano, são mais elevadas devido ao albedo das superfícies, às obstruções à circulação do ar e à presença de equipamentos. O facto de existirem edifícios bastante mais altos nas cidades do que no meio rural provoca uma alteração, não só no curso natural dos ventos, prejudicando a ventilação urbana e a ventilação natural dos edifícios, como também na quantidade de radiação solar recebida pelos diversos edifícios. O excesso de equipamentos de combustão contribui para modificar as condições do ar quanto à sua composição química e odores. Posto isto, os edifícios das cidades requerem outro tipo de atenção e cuidados que os do meio rural [17].

2.2.2. Variáveis espaço-funcionais

Como variáveis espaço-funcionais consideram-se, para efeito desta dissertação, todas as que têm a ver com os materiais utilizados, a existência de equipamentos de climatização, a iluminação, a aparência e disposição do compartimento bem como o ruído, a temperatura e a ventilação dos espaços.

a) Envolvente

Para o desempenho térmico solar passivo dos edifícios, os parâmetros de qualidade encontram-se relacionados com o fator solar do vidro (g_v), da proteção solar e o coeficiente de transmissão térmica (U) dos diversos elementos da envolvente. Por envolvente do edifício entende-se o conjunto de elementos de construção do edifício ou fração, compreendendo as paredes, pavimentos, coberturas e vãos, que separam o espaço interior útil do ambiente exterior, dos edifícios ou frações adjacentes, dos espaços não úteis e do solo [20]. Assim, o fator solar do vidro tem em conta a totalidade de energia transmitida para o interior do edifício com origem na radiação solar, podendo ser definido como a relação entre o ganho de calor solar através do vidro e a radiação solar nele incidente. Quanto menor for

o valor g , melhor será a proteção contra o sobreaquecimento interior. O coeficiente de transmissão térmica caracteriza a quantidade de energia sob a forma de calor que atravessa um elemento através de 1 m^2 de superfície, num segundo, quando a diferença de temperatura entre os dois espaços é de $1 \text{ }^\circ\text{C}$. Desta forma, quanto mais baixo for o seu valor, menor será a quantidade de calor transferida, ou seja, melhor será o isolamento térmico.

Também ao nível das variáveis espaço-funcionais e no que diz respeito a risco de sobreaquecimento o tipo de sombreamento existente é crucial para controlo dos ganhos solares pelos vãos envidraçados, Atendendo á amenidade do clima, e nos edifício sem ar condicionado, o arrefecimento gratuito pela abertura das janelas é central para proporcionar condições de conforto, sendo estes dois aspetos centrais na caracterização da envolvente para perceber as condições de conforto e bem-estar. No RECS, para a zona climática II, requer-se que os vãos tenham uma proteção solar com $g \leq 0,56$. Para assegurar a ventilação natural de espaços do tipo gabinete, com exposição simples é suficiente ter uma área de abertura de janelas de 4% da área de pavimento [5].

b) Iluminação

A iluminação, natural ou artificial, é um estímulo para os sentidos e um elemento estruturador do espaço, com a capacidade de influenciar a perceção e a compreensão do mesmo, bem como a orientação espacial e a interação social [21]. Podem existir variações significativas nos níveis de iluminação preferidos pelos indivíduos que poderão depender de fatores como as tarefas que desempenham, o contexto cultural e climático, a idade, a experiência e as expectativas individuais [21]. Note-se que o uso de iluminação natural permite menor consumo de energia elétrica para iluminação artificial e para o arrefecimento dos espaços de forma a reduzir o calor produzido pelas luminárias. Importa perceber que a direção da luz interfere nas atividades desenvolvidas num dado espaço isto é, para tarefas como ler e escrever, a luz deve estar do lado esquerdo considerando os destros, pois evita que a mão faça sombra no plano de trabalho [22]. Quando se trabalha com um monitor de computador, a janela não deve estar nas costas do trabalhador, pois provocará reflexos no monitor e quando a janela fica de frente para o ocupante pode provocar encadeamento em alguns casos. Deste modo, na avaliação das condições de bem-estar considera-se pertinente identificar a posição relativa dos ocupantes em relação aos vãos envidraçados.

Em ambientes de trabalho, a luz natural tem vindo a ser associada a níveis de produtividade mais elevados e a uma maior satisfação e motivação face às tarefas a desempenhar, conduzindo a um estado de espírito mais positivo por parte dos trabalhadores [23]. Este estado de espírito dos ocupantes determina as suas opções comportamentais face ao ambiente interior do edifício ao luminoso em particular. Alker et al., [1] refere que os ocupantes de escritórios preferem ter acesso a janelas que proporcionam a presença da luz natural e ter controlo sobre os níveis de iluminação, levando a melhorias na satisfação, no humor e na saúde destes.

c) Disposição do compartimento, mobiliário e decoração

Adicionalmente, o mesmo autor afirma que existe uma relação entre o trabalhador de um escritório, os seus colegas de trabalho, as tarefas que executam e o ambiente físico. A forma como o mobiliário se encontra disposto no compartimento tem um impacto na concentração, colaboração, confidencialidade e criatividade podendo limitar a saúde do indivíduo, o seu bem-estar e produtividade [1].

A aparência e a disposição do compartimento são altamente dependentes do perfil dos ocupantes, nomeadamente a sua idade, sexo, religião e cultura. De acordo com o artigo de Ornstein, parte da insatisfação em relação à adequação e à disposição dos móveis às atividades que são desenvolvidas nos

escritórios, vem de ocupantes que ocupam cargos de chefias, diretorias, muito provavelmente pelo espírito crítico mais acentuado [24]. Complementarmente, Monika Joanna & Wargocki (2011) [25] afirmam que a decoração do compartimento e a cor da luz não têm efeito significativo na percepção do conforto térmico. Alker et al., [1] afirma que geralmente são preferidas curvas e contornos suaves no ambiente que rodeia os indivíduos em vez de objetos pontiagudos e de desenho mais angular, pois subconscientemente, estes aumentam o estado de alerta e a concentração em certos espaços.

d) Ambiente térmico

Importa entender se fatores como a temperatura desempenham um papel na percepção do conforto e bem-estar. Apesar de existirem inconsistências em diferentes estudos, segundo Monika Joanna & Wargocki (2011) [25] o corpo, a saúde, a sensibilidade ambiental, o ciclo menstrual, o tabagismo e o consumo de café, o stress no trabalho e o número de horas de trabalho por semana não têm influência sobre a avaliação do ambiente interno [25]. Por outro lado, a literatura revela que, na maioria dos estudos, o país de origem, o grau de escolaridade, o tipo de trabalho e a atmosfera psicossocial no trabalho influenciam a avaliação do ambiente interno. Por sua vez, o sexo, a satisfação no trabalho e o relacionamento com os superiores e colegas de trabalho são referenciados como influenciadores na avaliação do conforto do ambiente interno, enquanto que noutros casos não [25].

No que diz respeito ao conforto térmico, as mulheres são mais sensíveis à temperatura e menos à humidade em comparação com os homens, pois a sua temperatura da pele é comparativamente mais baixa [26]. As mulheres também preferem temperaturas mais elevadas face aos homens, especialmente quando rondam os 25,5 °C [27]. No que concerne à idade, a literatura diverge quanto à sua relação com o conforto térmico. O estudo realizado por Rupp, Kim, de Dear, & Ghisi, (2018) [28], dá conta da relação entre as variáveis referidas anteriormente sobretudo quando há desconforto em relação ao calor. Em temperaturas mais baixas, as mulheres acusam maior desconforto que os homens.

Considerando fatores relacionados com o edifício, os ocupantes de edifícios onde apenas existe ventilação natural aceitam temperaturas interiores mais altas no verão e temperaturas mais baixas no inverno, aceitando assim gamas de temperatura mais vastas quando comparado com ocupantes de edifícios que têm ventilação mecânica. O clima e a estação do ano também têm impacto na percepção do conforto térmico bem como possibilitar o controlo do ambiente interior melhora o conforto com o ambiente interior [25].

Na Tabela 2.1 encontra-se um resumo de estudos que analisam diferentes parâmetros de conforto e bem-estar utilizando questionários.

Tabela 2.1 – Estudos que analisam diferentes parâmetros de conforto e bem-estar.

Estudos	Local	Parâmetros	Tipologia do edifício
[2]	Diversos países	Ambiente térmico	Escritório
[15]	Itália	Ambiente térmico	Escola
[22]	Brasil	Iluminação, Mobiliário e decoração	Escritório
[24]	Brasil	Ambiente térmico, qualidade do ar interior, iluminação, ruído, mobiliário e decoração, disposição do compartimento, limpeza e manutenção	Escritório
[25]	Dinamarca, Estados Unidos	Ambiente térmico, qualidade do ar interior, iluminação, ruído, limpeza e manutenção	Escritório, Habitação
[26]	China	Ambiente térmico	Escritório
[27]	China	Ambiente térmico	Escritório
[28]	Brasil	Ambiente térmico	Escritório
[29]	Portugal	Ambiente térmico, limpeza e manutenção	Escritório
[9]	Estados Unidos	Ambiente térmico, qualidade do ar interior, ventilação, iluminação, ruído, mobiliário e decoração, disposição do compartimento, limpeza e manutenção	Escola
[23]	Portugal	Iluminação	Escritório
[30]	Portugal	Ambiente térmico	Habitação
[31]	Portugal	Ruído	Habitação

2.3. Conforto: Legislação e normalização

Em 1990 foi aprovado o Regulamento das Características de Comportamento Térmico dos Edifícios (RCCTE) [32], primeiro instrumento legal que impôs requisitos de desempenho térmico ao projeto de novos edifícios e grandes remodelações de forma a salvaguardar a satisfação das condições de conforto térmico nesses edifícios sem necessidades excessivas de energia quer no inverno quer no verão. Daí em diante, diversas políticas energéticas foram criadas e remodeladas em Portugal, indicando uma consciencialização do potencial e dos benefícios, tanto ambientais como económicos, da eficiência energética.

Atualmente, os edifícios de comércio e serviços estão abrangidos pelo Regulamento de Desempenho Energético dos Edifícios de Comércio e Serviços (RECS). A partir da portaria n.º 349-D/2013 do RECS, o desempenho energético deste tipo de edifícios determina-se através do seu indicador de Eficiência Energética (IEE) considerando “que um edifício é híbrido ou passivo quando a percentagem de horas de ocupação anual em que se verificam necessidades de aquecimento e/ou arrefecimento, para manter a temperatura interior de conforto compreendida no intervalo de 19°C a 27°C, se inclui nos seguintes intervalos:

- a) Até 10% inclusive, no caso de edifícios passivos;
- b) De 10% a 30% inclusive, no caso de edifícios híbridos.”

Segundo a EN15251, “o consumo de energia dos edifícios depende significativamente dos critérios utilizados para o ambiente interior (temperatura, ventilação e iluminação) e construção (incluindo sistemas) de *design* e operação. O ambiente interno também afeta a saúde, produtividade e conforto dos ocupantes.” Desta forma, a norma EN15251 baseia-se na ASHRAE 55 e na ISO 7730, incorporando critérios de conforto próximos do RECS, especificando parâmetros do ambiente interno que têm impacto na performance energética dos edifícios. Estabelece também valores padrão de modo a poderem ser utilizados em situações de projeto do ambiente interior e cálculos de consumos de energia. Os edifícios podem ser classificados por categorias tendo em conta as expectativas relativas ao seu ambiente interior:

Tabela 2.2 - Tabela de classificação dos edifícios por categorias [33].

Categoria	Explicação
I	Alto nível de expectativa e é recomendada para espaços ocupados por pessoas muito sensíveis e frágeis com necessidades especiais como deficientes, doentes, crianças muito pequenas e idosos
II	Nível normal de expectativa e deve ser utilizado para novas construções e renovações
III	Um aceitável, moderado nível de expectativa e pode ser utilizado para os edifícios existentes
IV	Valores fora dos critérios para as categorias anteriores. Esta categoria só deverá ser aceite para uma parte limitada do ano

Analisando a tabela acima, a categoria I é a mais exigente e onde o controlo é mais apertado, sendo utilizada apenas em locais ocupados por pessoas frágeis, como doentes, crianças e idosos. A categoria II, deve ser utilizada nas novas construções e idealmente para edifícios já existentes. Porém, a sua aplicação poderia levar a grandes alterações dos edifícios, sendo por isso preferível optar por uma categoria menos exigente, a categoria III. A categoria IV, apenas deverá ser aceite numa parte do ano, uma vez que não são impostos requisitos, devendo ser evitada a utilização desta categoria. Assim, como esta dissertação se debruça sobre edifícios de serviços existentes, a classificação destes de acordo com a EN15251 é categoria III.

A norma descreve os vários parâmetros de conforto do ambiente interior:

a) Ambiente térmico

Este parâmetro encontra-se dividido em dois critérios, edifícios com ventilação mecânica e edifícios com ventilação natural. Para cada um destes, estão mencionados na norma os valores de temperatura operativa para as diferentes categorias de edifícios e para diferentes tipos de atividade. A temperatura é um parâmetro muito explorado por esta norma.

b) Qualidade do ar interior e taxa de ventilação

Os edifícios residenciais encontram-se descritos separadamente dos não residenciais, uma vez que as taxas de ventilação para a qualidade do ar dependem da ocupação, da atividade em ambientes fechados, das emissões de materiais de construção bem como do mobiliário e equipamentos. A ventilação é exigida não só pelo conforto, como também por motivos de saúde. Na norma esta encontra-se dividida por categorias, por tipos de edifícios e depende dos poluentes que se encontram presentes na sala.

c) Humidade

Segundo a norma, a humedificação normalmente não é necessária, uma vez que a humidade tem um pequeno efeito sobre a sensação térmica e perceção da qualidade do ar nas salas de ocupação sedentária. Contudo, a humidade elevada em ambientes fechados provoca um crescimento microbiano e a humidade muito baixa provoca secura e irritação dos olhos e vias respiratórias, a longo prazo.

d) Iluminação

A norma especifica que, em edifícios não residenciais, o nível de iluminação pode ser garantido através da luz natural, artificial ou por uma combinação das duas. Importa salientar que a escolha da fonte de iluminação terá um impacto no consumo de energia do edifício, na saúde e no conforto, sendo por isso preferível, na maioria dos casos, optar pela iluminação natural.

e) Ruído

É descrito que o ruído dos sistemas AVAC (aquecimento, ventilação e ar condicionado) do edifício podem provocar distúrbios nos ocupantes, pelo que é necessário quantificar o nível de ruído aceitável.

Consultando os anexos da norma EN15251 e tendo em consideração as descrições feitas ao longo da mesma sobre os diferentes parâmetros, obtiveram-se os valores standard para um edifício de escritórios (serviços), de categoria III.

Tabela 2.3 - Critérios para o cálculo das necessidades de energia para edifícios da categoria III [33].

Parâmetros do ambiente interior	Valores Standard
Temperatura para o Inverno [°C]	19-25
Temperatura para o Verão [°C]	22-27
Qualidade do ar, CO ₂ [ppm acima do exterior]	800
Humidade [%]	20-70
Taxa de ventilação [l/s,m ²]	0.8, 1.2
Iluminação [lx]	500
Ruído [dB (A)]	Som interior < 35 Som do exterior < 55

A partir de 2020, os novos edifícios terão de ser *Nearly Zero Energy Buildings* (NZEB) e os edifícios novos do Estado serão os primeiros a dar o exemplo, após 31 de dezembro de 2018. Nestes edifícios a procura energética e a oferta são quase equivalentes sendo que as necessidades energéticas são baixas e compensadas pela contribuição das energias renováveis que produzem energia no próprio edifício ou na parcela de terreno onde este está construído ou ainda em infraestruturas de uso comum nas proximidades quando não é possível suprir estas necessidades com captação local [34].

2.3.1. Certificação Energética

O certificado energético é obrigatório para edifícios novos; edifícios existentes sujeitos a grandes intervenções¹ de reabilitação; edifícios de comércio e serviços existentes com área interior útil de pavimento igual ou superior a 1000 m², ou 500 m² para centros comerciais, hipermercados, supermercados e piscinas cobertas; edifícios que sejam propriedade de uma entidade pública e tenham área interior útil de pavimento superior a 250 m² e sejam ocupados por uma entidade pública e frequentemente visitados pelo público; celebração de contratos de venda e de locação de edifícios, incluindo o arrendamento [35].

¹ «Grande intervenção», a intervenção em edifício em que se verifique que: (i) o custo da obra relacionada com a envolvente ou com os sistemas técnicos seja superior a 25 % do valor da totalidade do edifício, compreendido, quando haja frações, como o conjunto destas, com exclusão do valor do terreno em que este está implantado; e ou (ii) tratando-se de ampliação, o custo da parte ampliada exceda em 25 % o valor do edifício existente (da área interior útil de pavimento, no caso de edifícios de comércio e serviços) respeitante à totalidade do edifício, devendo ser considerado, para determinação do valor do edifício, o custo de construção da habitação por metro quadrado, fixado anualmente para as diferentes zonas do país, por portaria dos membros do Governo responsáveis pelas áreas da energia e do ordenamento do território;

Atualmente, existem dois modelos de certificado energético em vigor, um para edifícios de habitação e outro para edifícios de comércio e serviços que diferem nos valores dos indicadores de desempenho, nomeadamente quanto ao aquecimento e arrefecimento ambiente, iluminação e água quente sanitária [35]. Estes determinam a classe energética do edifício e a eficiência na utilização de energia, incluindo o contributo de fontes renováveis. O Despacho nº 15793-J/2013, procede à publicação das regras de determinação da classe energética através do rácio de classe energética (R_{IEE}), para edifícios de comércio e serviços e para edifícios de habitação.

Tabela 2.4 - Intervalos de valor de R_{IEE} para a determinação da classe energética em pré-certificados e certificados SCE dos modelos tipo Pequenos Edifícios de Comércio e Serviços e Grandes Edifícios de Comércio e Serviços.

Classe Energética	Valor de R_{IEE}
A+	$R_{IEE} \leq 0,25$
A	$0,26 \leq R_{IEE} \leq 0,50$
B	$0,51 \leq R_{IEE} \leq 0,75$
B-	$0,76 \leq R_{IEE} \leq 1,00$
C	$1,01 \leq R_{IEE} \leq 1,50$
D	$1,51 \leq R_{IEE} \leq 2,00$
E	$2,01 \leq R_{IEE} \leq 2,50$
F	$R_{IEE} \geq 2,51$

De 2014 a 2018 foram emitidos 107785 certificados energéticos de edifícios de serviços. Destes, 48,41% detêm classe energética C e 24,62% classe B⁻. Apenas 0,2% dos edifícios de comércio e serviços têm classe A⁺ [36].

2.3.2. Simulador de eficiência energética ECO.AP

O simulador ECO.AP [37] é uma aplicação informática que permite realizar uma simulação dinâmica de edifícios com base na ferramenta de cálculo EnergyPlus 8.7.0. Permite obter informações acerca da classe energética do edifício, do consumo total estimado de energia (primária e final) por vetor energético e a desagregação dos consumos de energia por uso, tais como: aquecimento, arrefecimento, ventiladores, bombas, água quente sanitária, água quente de piscinas, iluminação, equipamentos e sistemas de transporte. Propõe medidas de melhoria da eficiência energética que possam ser aplicáveis ao edifício em causa, faz uma caracterização energética e económica do impacto individual dessas medidas bem como todas aplicadas em conjunto.

Para se efetuar a análise da eficiência energética e avaliar o impacto de medidas de melhoria, o simulador baseia-se no RECS e são consideradas algumas propriedades do edifício e dos respetivos sistemas energéticos tais como: a área do edifício e de cada tipologia do edifício; as características da envolvente opaca e envidraçada; as características dos sistemas de iluminação, dos sistemas de AVAC, dos sistemas de produção de AQS, dos sistemas solares térmicos e dos sistemas fotovoltaicos existentes no edifício; os dados climáticos horários do SCE, com uma abrangência nacional e uma resolução ao nível do concelho. Para se obterem todos estes dados, é necessário recolher as plantas de arquitetura, alçados e vistas em corte, informações sobre os sistemas de climatização, ventiladores e bombas, sistemas e equipamentos de transporte, sistemas de iluminação e de diversos equipamentos que consumam energia no edifício e também informação sobre os perfis de ocupação e de utilização dos equipamentos energéticos.

Para o estudo de eficiência energética no simulador ECO.AP dos edifícios selecionados, de uma maneira geral, é necessário completar cinco passos:

1) Identificar a localização da fração

No simulador é disponibilizado um mapa onde é permitido selecionar o local do edifício no mapa, onde se obtém de forma automática a latitude, longitude, altitude, morada e concelho do edifício havendo também a possibilidade de se editarem. Estes dados são importantes não só para se ter conhecimento do local exato do edifício que se está a estudar e do que o rodeia, como também para o conhecimento do ângulo de incidência dos raios do sol com relação ao plano do horizonte do lugar, associada à época do ano, informação obtida através da latitude. Selecionaram-se também os dados climáticos e identificaram-se as zonas climáticas de inverno e de verão da fração consultando o RCCTE [32].

2) Identificar as características gerais do edifício/fração e seus sistemas de energia renovável

São solicitadas informações gerais do edifício em estudo onde a época de construção, o tipo de imóvel, a tipologia predominante, o número de pisos, a orientação da fachada principal do edifício e a área útil de pavimento são pedidos.

De seguida, existe a possibilidade de se identificar o tipo de sistemas de energia renováveis existentes no edifício, a iluminação exterior e os sistemas de transporte de pessoas e cargas. Para o edifício de componentes não se preencheu nenhum destes campos, uma vez que não existem neste edifício.

3) Identificar as características da envolvente/soluções construtivas e sistemas energéticos existentes em cada grupo de espaços

Neste passo, é necessário perceber quantas tipologias de espaços existem em cada edifício, pois cada uma destas envolve a identificação de valores médios com base na recolha de informação feita anteriormente. Assim, procede-se ao preenchimento dos vários separadores: geral, envolvente, equipamentos, iluminação, sistemas energéticos e perfis horários de utilização.

- Geral: Atribui-se um nome ao espaço, seleciona-se o tipo de uso do mesmo, a área da tipologia bem como a área por ocupante, o número de ocupantes, o pé direito, o consumo de água quente sanitária e, quando relevante, características das piscinas.

- Envolvente: Define-se a qualidade térmica de coberturas, pavimentos, paredes e envidraçados. Os elementos a serem definidos são todos aqueles onde ocorram trocas de calor, ou seja, entre espaços climatizados e o exterior e entre espaços climatizados e não climatizados.

- Equipamentos: Para equipamentos interiores define-se a densidade de potência instalada dos equipamentos elétricos e a combustível existentes em W/m^2 para que, automaticamente, o simulador indique a potência instalada.

- Iluminação: Introduce-se a iluminância e o tipo de lâmpada da iluminação interior.

- Sistemas energéticos: Definem-se os sistemas de climatização de aquecimento, arrefecimento, água quente sanitária, água quente de piscinas, bombas e ventilação. Na água quente sanitária e de piscinas, no aquecimento e no arrefecimento, começa-se por selecionar o tipo de equipamento tendo em conta a classe energética ou idade do mesmo, de forma a se obter uma aproximação ao rendimento dos

equipamentos. Na ventilação é imprescindível identificar o tipo de sistema (natural, híbrida, mecânica, entre outros) e o caudal de renovação de ar.

- Perfis horários de utilização: O simulador ECO.AP tem pré-carregados os perfis horários de utilização dos equipamentos energéticos e *set-points* de climatização definidos no RSECE, com a possibilidade de serem ajustados para cada caso, tendo em consideração a utilização real dos espaços. Para o edifício de componentes ajustou-se o horário de ocupação onde os ocupantes começam a trabalhar às 8h:00min e terminam às 19h:00min, sendo que se teve em consideração um decréscimo da ocupação do edifício durante a hora do almoço (11h:00min às 15h:00min), contudo nunca desocupado metade do edifício.

4) Efetuar uma apreciação dos dados introduzidos e efetuar a simulação

Depois de se introduzirem todos os dados no simulador, segue-se o 4º passo, “Resumo e Simulação”. De uma maneira geral, neste passo tem-se acesso ao resumo dos dados introduzidos no simulador ECO.AP sendo permitido ajustar os valores/parâmetros no respetivo separador, caso seja necessário. Quando todos estes estiverem validados, dá-se início à simulação.

5) Efetuar a análise dos resultados

No último passo do estudo de eficiência energética no simulador ECO.AP, são apresentados os vários resultados mencionados anteriormente, classe energética do edifício, consumos anuais de energia e medidas de eficiência energética aplicáveis ao edifício em estudo.

3. Método

3.1. Descrição geral

De acordo com o descrito na secção 1.2, na fase inicial do estudo desenvolveu-se um questionário com o objetivo de identificar o conforto e bem-estar dos ocupantes de edifícios de serviços e a utilização de energia nos mesmos. O questionário foi formulado tendo por base normas [33], [3], [38], [39] e artigos científicos sobre avaliação pós-ocupação [29], [23], [9], [24], [1]. Na secção 3.2 é efetuada uma descrição mais detalhada da estrutura do questionário.

O questionário foi depois distribuído por via eletrónica aos funcionários que ocupam, com carácter regular, os edifícios do LNEC, aqui entendidos como ocupantes do *campus* LNEC, independentemente do vínculo à instituição, e cujas respostas permitem conhecer a sua opinião sobre a avaliação em apreço. Este questionário esteve online durante o período de verão, podendo este factor condicionar as respostas dos ocupantes. Nesse sentido, algumas questões foram formuladas, separando os períodos de inverno e verão, o que permitiu conhecer a sensação de conforto subjetivo conforme as estações do ano. Foi igualmente recolhida informação sobre as características construtivas do edifício e o comportamento que o inquirido assume ter nestes dois períodos do ano.

O processo de inquirição foi implementado a partir da plataforma SurveyMonkey® [40]. Terminado o tempo de resposta ao questionário, as respostas obtidas foram analisadas tendo em conta características sociodemográficas dos inquiridos e as características de desempenho térmico e energético dos edifícios em estudo. Foi realizada uma avaliação das respostas obtidas e depois uma apreciação das correlações estatisticamente significativas entre os diferentes parâmetros.

De um modo geral, sendo um questionário respondido pelos ocupantes do LNEC, e sabendo que cada indivíduo introduz uma variabilidade nas respostas obtidas (a sua subjetividade), este foi um processo de autopreenchimento sem controlo ou validação pelo investigador. A utilização energética nos edifícios é subjetiva quando medida pelas respostas obtidas pelos respondentes, uma vez que depende das preceções dos mesmos, e objetiva quando obtida através da certificação energética porque tem por base valores reais de consumo.

Para apreciar a eficiência energética dos edifícios de componentes e Fernando Abecasis, foi utilizado o simulador ECO.AP - Simulador de Desempenho Energético dos Edifícios da Administração Pública Central, disponibilizado através de uma interface Web. De acordo com os requisitos do caderno de encargos, este simulador permite determinar a classe energética de edifícios de comércio e serviços da Administração Pública Central, tendo por base um número reduzido de dados de entrada e um algoritmo de cálculo detalhado. O ECO.AP propõe medidas de melhoria da eficiência energética que podem ser aplicadas de modo a obter-se uma classificação mais alta, uma vez que o ECO.AP permite agilizar de forma automática a avaliação do impacto da introdução destas medidas. Para o efeito, foi necessário fazer um levantamento das características construtivas do edifício e do desempenho térmico e energético.

Com as respostas obtidas no Edifício de componentes e no Edifício Fernando Abecasis, procurou-se relacioná-las com a classe energética dos edifícios e com as medidas de melhoria energética dos mesmos. Os resultados foram tratados e analisados com recurso primeiramente ao Excel e posteriormente processado no *software* de análise estatística – SPSS v25.

3.2. Formulação do questionário

O conforto e bem-estar, usualmente envolvem aspetos de conforto térmico, acústicos, qualidade do ar, iluminação e aspetos espaço-funcionais. Além disso, tendo em conta os comportamentos e preferências dos ocupantes, estes podem afetar as condições ambientais interiores e a sensação de conforto e bem-estar. Nesse sentido, o questionário foi estruturado para identificar as condições de conforto e alguns comportamentos adaptativos dos ocupantes.

Para a realização deste questionário, teve-se por base algumas Normas sobre aspetos de conforto, questionários pós-ocupação e perguntas que se consideraram pertinentes, tendo em conta os edifícios em causa e as pessoas inquiridas. Este questionário compreende duas partes conforme indica o Anexo A: a primeira consiste no levantamento de dados demográficos e profissionais dos ocupantes do LNEC (variáveis independentes). A segunda parte consiste na resposta às perguntas relacionadas com os diferentes parâmetros de conforto e bem-estar (variáveis dependentes).

O inquirido foi convidado a responder a todas as questões, baseando-se no compartimento do edifício/sala onde passa a maior parte do seu tempo. No início do questionário era explicado que o tratamento estatístico das respostas seria efetuado com absoluto respeito pelo anonimato dos respondentes, e que as perguntas de identificação do respondente visavam, tão-só, associar um funcionário a um determinado conjunto de características do mesmo e do local onde desempenha as suas tarefas, ou seja, ao seu contexto (ou ambiente próximo).

3.2.1. Variáveis independentes

Inicialmente pediu-se que o respondente indicasse o seu número de funcionário ou, caso não pretendesse dar essa informação, solicitou-se que fornecesse outros dados que permitissem estabelecer relações entre o sujeito (as suas características sociodemográficas) e o local (contexto) onde desempenha as suas tarefas, tais como: o edifício onde se encontra a trabalhar e a orientação do seu compartimento; género; idade; carreira profissional a que pertence (investigação, técnica superior, assistente técnico, assistente operacional ou outra situação). Interessou também saber se o compartimento onde o funcionário desenvolve as suas tarefas é partilhado e, caso fosse, com quantas pessoas.

Solicitou-se ainda que o inquirido informasse se nos últimos 3 anos teve alguma doença profissional relacionada com o ambiente térmico, com a qualidade do ar interior, com o ruído, com a iluminação, com a limpeza e manutenção. Note-se que todas estas questões não são de resposta obrigatória.

Para finalizar a caracterização do respondente e do seu contexto, pediu-se que o respondente indicasse se é destro ou canhoto, se utiliza óculos, lentes de contacto (ou nenhum dos anteriores) e se durante as horas de trabalho tem uma atividade sedentária, moderada ou alta (maior parte do tempo em movimento). O propósito deste questionamento decorre da necessidade de aferir os níveis de atividade de acordo com a norma EN 15251.

3.2.2. Variáveis dependentes

A partir da Norma EN 15251 considerou-se que os parâmetros descritos pela mesma, ambiente térmico, qualidade do ar interior e taxa de ventilação, iluminação e ruído, eram importantes para a formulação do questionário. Contudo, dado que os edifícios estudados são, na generalidade, de gabinetes/escritórios, ou seja, de ocupação sedentária, a humidade não será tida como um parâmetro para este inquérito uma vez que a Norma refere que a humidade tem um pequeno efeito sobre a sensação térmica e perceção da qualidade do ar nas salas de ocupação sedentária. Considerou-se adicionalmente

três parâmetros que se entendem importantes para o conforto e bem-estar dos ocupantes do edifício: disposição do compartimento, mobiliário e decoração do mesmo e limpeza e manutenção. Considerou-se importante criar dois últimos grupos que têm como título parâmetros de conforto e satisfação global que serão explicados abaixo.

A segunda parte do questionário encontra-se organizada em dez grupos de questões relacionados com o conforto e bem-estar e comportamentos subdividindo cada grupo em diversas perguntas, baseadas em artigos, normas e no ambiente físico e social em que o edifício se encontra inserido. Note-se que a partir do grupo de caracterização do respondente todas as questões formuladas tinham resposta obrigatória.

1) Ambiente térmico

O conforto térmico é “a condição da mente que expressa satisfação com o seu ambiente térmico e é avaliada por avaliação subjetiva” e a aceitação do mesmo é influenciada por fatores térmicos ambientais, entre os quais a temperatura do ar, a temperatura radiante, a velocidade do ar e a humidade, e por dois fatores de características do ocupante, taxa metabólica e isolamento do vestuário [3]. Posto isto, é perceptível que o ambiente térmico é um dos fatores mais importantes no que diz respeito ao conforto, bem-estar e satisfação sendo por isto um dos fatores mais estudados e mencionado em diversas normas inclusive na EN 15251. Assim, importa caracterizar este parâmetro de forma a garantir o conforto e se poder melhorar as condições de trabalho nos edifícios do LNEC.

Neste grupo de perguntas pretendeu-se saber qual a sensação relativamente à temperatura no compartimento e qual a preferência do respondente, se mais quente, mais frio ou como normalmente se encontra. Estas duas questões estão presentes na ISO 7730:2005 e na EN 15251 respetivamente e consideram-se da máxima importância, pois permitem perceber se a temperatura que é sentida no compartimento é aquela com que o respondente se sente mais confortável. Como foi mencionado anteriormente, o grau de satisfação é um parâmetro importante a analisar, procurando-se assim perceber se as pessoas se encontram satisfeitas com a situação em que trabalham. Assim, e tendo como base o relatório do LNEC [29], conhecer o grau de satisfação quanto à temperatura ambiente interior foi uma das questões a ser colocada. Pretendeu-se também saber com que frequência se utiliza o ar condicionado, o aquecimento e a ventoinha (quando existiam) de maneira a verificar se existe relação com a satisfação, com a temperatura que é sentida no compartimento e de que forma esta utilização pode afetar a eficiência energética do edifício. Foi questionado como se veste habitualmente o inquirido, sendo esta pergunta acompanhada por uma imagem (cf. Anexo A), de forma a facilitar a resposta. Note-se que todas estas questões eram para ser respondidas tanto para o verão como para o inverno, para saber se o inquirido sente e/ou considera que existem diferenças no ambiente térmico nas estações do ano. Posteriormente, em termos de análise estatística bivariada, tenciona-se relacionar as respostas obtidas com as características dos edifícios e com os comportamentos do inquirido.

2) Qualidade do ar interior

A grande maioria das pessoas passa muito tempo em ambientes interiores (casa, local de trabalho e até mesmo em atividades de lazer). Assim, a inadequada qualidade do ar interior de um edifício pode influenciar de forma negativa a qualidade de vida dos ocupantes bem como a sua produtividade sendo por isso um parâmetro que interessa estudar. As primeiras perguntas neste grupo pretendiam saber o grau de satisfação do inquirido quanto à qualidade do ar interior, a intensidade do odor que é sentida no compartimento e se este é agradável ou não, fazendo a distinção entre as duas estações do ano de inverno (em que as janelas estão normalmente fechadas) e o verão ([33], [23], [9]).

3) Ventilação

O desenvolvimento de um grupo “ventilação” impôs-se dado que a ventilação dos espaços influencia não só a qualidade do ar interior como também a temperatura do compartimento. Assim, é questionada a frequência e o motivo que leva o inquirido a abrir as janelas ou a mantê-las fechadas. Os vários fatores foram apresentados (cf. Anexo A), e o respondente apenas tinha que assinalar o grau de importância, numa escala de 5 pontos (sem nenhuma importância, pouco importante, importante, muito importante, extremamente importante), que esse fator tem no momento da decisão de abrir ou manter fechadas as janelas. Com estas perguntas pretendeu-se conhecer se a qualidade do ar exterior, as características do ocupante, o ruído, a atividade que é desenvolvida no edifício, a localização e as características construtivas do mesmo são fatores que influenciam os inquiridos quanto à ventilação natural do seu local de trabalho. Neste grupo considerou-se que deve permanecer a distinção das perguntas tanto para inverno como para o verão, uma vez que as ações realizadas pelos ocupantes podem estar relacionadas com a estação do ano.

4) Iluminação

Segundo a ISO 8995, “uma boa iluminação criará um ambiente visual que permite às pessoas verem, se movimentarem com segurança e executarem tarefas visuais com eficiência, precisão e segurança, sem causar fadiga visual e desconforto indevidos. A iluminação pode ser proporcionada pela luz natural, a iluminação artificial ou a combinação de ambas”. Por conseguinte, importa perceber como é que os respondentes classificam estes dois tipos de iluminação, a natural e a artificial. Com uma das perguntas realizadas neste grupo, pretendia-se que o inquirido classificasse o nível de iluminação natural na sua área de tarefas (vg. secretária ou mesa de trabalho), bem como no compartimento em geral, sendo que esta distinção surge na ISO 16817:2012. Considerou-se que esta distinção poderá ser fundamental para entender alguns comportamentos do ocupante.

Outras questões foram colocadas, como a frequência com que se utiliza o dispositivo de sombreamento e com que se liga a luz artificial e o grau de satisfação com o conforto visual [23]. Com estas questões pretendeu-se verificar se existe uma adequada exposição solar do compartimento e se o ocupante toma boas decisões quanto à iluminação, ou seja, se utiliza iluminação artificial quando não é necessário, conduzindo a consumos desnecessários de energia. Todas as perguntas eram para ser respondidas para alturas do ano distintas, no verão e no inverno, dado que nestas estações do ano o número de horas em que existe luz solar varia significativamente, podendo influenciar de maneira distinta as respostas dos inquiridos.

5) Ruído

O ruído pode alterar o comportamento dos ocupantes na abertura de portas e janelas e a sua sensação de conforto. No sentido de se conhecer o conforto dos ocupantes quanto ao ruído, as questões relacionaram-se com o grau de satisfação quanto ao ruído e ao isolamento acústico, ou seja, a capacidade de não se ouvir as pessoas nos outros compartimentos. Considerou-se importante conhecer o grau de importância que diversos fatores têm no descontentamento quanto ao ruído, tais como: o ruído das pessoas dentro do compartimento; o ruído das mesmas embora noutros compartimentos e no corredor; o ruído proveniente do exterior do edifício; e o ruído dos telemóveis e o dos equipamentos (lâmpadas, eletrodomésticos, entre outros), [9] e [29]. Com as respostas obtidas poderão perceber-se os fatores que têm maior e menor importância e tentar perceber se estes poderão estar relacionados com as características construtivas do edifício e com algumas ações do inquirido. Novamente, neste grupo pretendeu-se verificar se existem diferenças nas respostas considerando perguntas onde se diferenciam as duas estações do ano que têm vindo a ser distinguidas, o verão e o inverno.

6) Disposição do compartimento

Neste grupo as perguntas estão estruturadas para todo o ano, sem dividir as questões para as duas estações do ano mais extremadas, inverno e verão, pois considerou-se que a disposição do compartimento permanece igual durante todo o ano, não sendo um parâmetro que necessite de ser avaliado em dois momentos diferentes.

No grupo de questões pede-se ao inquirido que identifique os elementos (parede exterior, parede interior, porta e janela para o exterior) que estão a menos de 5 metros da sua área de tarefas do seu lado direito e esquerdo, à sua frente e nas suas costas [9]. Procurou-se também compreender como é que o inquirido caracteriza a vista para o exterior e qual o grau de satisfação com: o espaço para trabalhar e guardar os pertences; a privacidade visual do compartimento; a facilidade de interação com os outros colegas [29], [24], [9].

7) Mobiliário e decoração do compartimento

Dado que a satisfação é um dos principais indicadores de bem-estar em que a felicidade surge como motivação, este grupo de questões visava perceber o grau de satisfação que cada indivíduo tem quanto aos elementos decorativos, como sejam o conforto do mobiliário, a capacidade de ajustamento deste às suas necessidades e a cor e texturas do pavimento, mobiliário e outras superfícies. Para a aplicação destas questões, teve-se como base um questionário realizado aos ocupantes da comunidade do centro de estudantes da Universidade da Califórnia [9], um documento da *World Green Building Council* que trata a saúde, o bem-estar e a produtividade em escritórios [1] e um artigo de avaliação pós-ocupação aplicada em edifícios de escritórios [24]. Como se considera que o mobiliário e a decoração do compartimento permanecem iguais ao longo do ano, não existe diferenciação quanto ao período do ano.

8) Limpeza e Manutenção

As questões neste grupo não diferenciavam as duas épocas do ano (que têm vindo a ser consideradas), uma vez que os serviços de limpeza são realizados com a mesma frequência ao longo do ano, procurando assim perceber o grau de satisfação com a manutenção do edifício e com a limpeza do compartimento e de todo o edifício ao longo do ano. Estas perguntas não deverão estar relacionadas com respostas dadas nos outros grupos, no entanto, considerou-se importante conhecer a satisfação dos respondentes quanto a estes parâmetros, pois a higiene e segurança são uma preocupação para a generalidade das pessoas. O questionário realizado aos ocupantes da comunidade do centro de estudantes da Universidade da Califórnia, o relatório do LNEC [29] e um artigo de avaliação pós-ocupação aplicada em edifícios de escritórios [24], serviram como base para as questões selecionadas para o questionário.

9) Parâmetros de Conforto

O propósito deste grupo é entender qual o parâmetro que cada inquirido considera mais e menos importante para o conforto e bem-estar, de todos os referidos acima. Neste grupo de perguntas pretendeu-se também saber se os inquiridos consideram um dado parâmetro de conforto como o mais/menos importante durante todo o ano ou se no verão consideram um e no inverno outro. Assim, volta a fazer sentido existir uma diferenciação para estas duas épocas do ano. Este grupo não foi criado com base noutros artigos/normas, mas sim na necessidade de se entender se os parâmetros que os ocupantes do LNEC consideram mais importantes são os que classificam com maior grau de conforto e satisfação.

10) Satisfação global com o local de trabalho

No último grupo de questões, considerou-se importante perceber qual a satisfação global ao longo do ano que os respondentes têm com o local de trabalho, tendo em consideração os 8 parâmetros questionados anteriormente.

De um modo geral, o questionário foi elaborado de modo a que fosse possível perceber não só as relações entre os diferentes parâmetros, como também as relações entre o inquirido e o ambiente físico e social onde este se encontra. Após a obtenção dos resultados deste questionário, a estratégia analítica procurou relacioná-los com a localização do edifício, com as características dos mesmos, com os comportamentos que os inquiridos adotam e com a classificação energética obtida através do simulador ECO.AP bem como todos os valores de consumos fornecidos pelo mesmo.

3.3. Análise estatística

O teste Qui Quadrado de Pearson é utilizado para verificar se existe independência ou relação entre as variáveis em estudo. Uma associação ou relação não significa que exista causa e efeito, significa apenas que as variáveis estão associadas. Para aplicar este teste estatístico é necessário perceber se o teste se adequa à amostra. Assim, as variáveis têm de ser categóricas, a amostra aleatória com uma quantidade considerável de dados (superior a 30) e as observações têm de ser independentes. Quando se compara o valor-p com o nível de significância determina-se se as variáveis são independentes ou não. Geralmente, o nível de significância (denotado como α ou alfa) é de 0,05, indicando um risco de 5% de concluir que existe uma associação entre as variáveis quando não existe uma associação real [41].

- Valor- $p \leq \alpha$: as variáveis apresentam uma associação estatisticamente significativa;
- Valor- $p > \alpha$: não é possível concluir que as variáveis estão associadas.

Para analisar a intensidade da relação entre variáveis ordinais² deste estudo, utiliza-se o coeficiente de correlação de *Spearman* uma vez que este não exige que os dados provenham de duas populações normais. Este coeficiente varia entre -1 e 1 e quanto mais próximo estiver destes extremos, maior será a associação entre as variáveis. O sinal negativo da correlação significa que as variáveis variam em sentido contrário [42]. Posto isto, a intensidade da correlação divide-se em cinco intervalos:

- 0.00-0.19 “muito fraco”;
- 0.20-0.39 “fraco”;
- 0.40-0.59 “moderado”;
- 0.60-0.79 “forte”;
- 0.80-1.0 “muito forte”.

3.4. Simulador de eficiência energética ECO.AP

Após a visita presencial ao Edifício de ensaio de componentes e ao Edifício Fernando Abecasis, recolheu-se informação acerca dos materiais de construção do edifício e equipamentos existentes bem como os perfis de ocupação e de utilização dos equipamentos energéticos. A recolha das plantas de arquitetura, alçados e vistas em corte, de informações sobre os sistemas de climatização, ventiladores e bombas, de sistemas e equipamentos de transporte, de iluminação e de diversos equipamentos que consumam energia no edifício, permitiram o preenchimento dos vários separadores do simulador.

² Variáveis ordinais são aquelas que são possíveis ordenar, como seja, grau de satisfação e nível de importância.

4. Resultados

4.1. Condições de aplicação

Obteve-se um total de 328 registos nominais. Contudo, numa primeira análise, verificou-se que existiam números de funcionários repetidos suscitando dúvida sobre um duplo preenchimento ou erro de identificação. Analisando com detalhe, percebeu-se que esta repetição se deve ao facto de o inquirido entrar na plataforma mais do que uma vez para responder ao questionário até ao final. Posto isto, eliminaram-se 6 registos repetidos, deixando para análise os que se encontravam completos. Outro critério de exclusão de registos passou por todos os respondentes que não preencheram o questionário até ao fim do grupo “ambiente térmico”. Considerou-se que este seria o critério para excluir o registo por completo, não só porque o conforto térmico é um dos parâmetros mais abordados na temática “conforto” e um dos mais estudados, como também por ser o primeiro grupo a aparecer no questionário. Assim, excluíram-se adicionalmente 12 registos, obtendo-se uma amostra de 310 respondentes.

4.2. Caracterização da amostra

O universo de respondentes passa a ser entendido como a nossa amostra. Este universo, pelo modo como foi obtido (ver, atrás, Ponto 3.1.), pode considerar-se representativo do universo de ocupantes do LNEC. De acordo com o cálculo amostral para uma amostra aleatória simples³ sobre variáveis categóricas e numéricas, calculou-se que a amostra necessária para um universo de 544 sujeitos seria de 286 (para um erro amostral de 4% e um nível de confiança de 95%), segundo a equação (1).

$$n = \frac{N \times \delta^2 \times (Z_{\alpha/2})^2}{(N - 1) \times E^2 + \delta^2 \times (Z_{\alpha/2})^2} \quad (1)$$

Onde n é o tamanho da amostra que se pretende calcular, N o tamanho do universo, E é a margem de erro máximo que se admite (4%), δ é a proporção que se espera encontrar (50%) e $Z_{\alpha/2}$ o desvio do valor médio que é aceite para se alcançar o nível de confiança desejado. Para um nível de confiança de 95%, $Z_{\alpha/2}=1,96$ [43].

Com efeito, os resultados obtidos a partir da comparação dos valores (proporções) entre o universo dos respondentes e o universo dos ocupantes (cf. Tabelas seguintes) dá-nos confiança em relação à representatividade das respostas obtidas. De facto, o inquérito por questionário sobre a avaliação subjetiva de conforto e bem-estar no LNEC foi distribuído por todos os ocupantes do LNEC conforme foi explicado anteriormente, tendo sido respondido por 328 pessoas, mas apenas 310 contaram para análise como também já foi explicado. O LNEC tem 440 funcionários e 104 bolseiros, perfazendo um total de 544 ocupantes. Destes, 17 não permanecem diariamente num gabinete por terem um trabalho de exterior tendo sido excluídos do universo. Assim, a taxa de adesão final ao inquérito foi de 58,8% (i.e. $310/(544-17)$).

- Caracterização funcional e sociodemográfica dos respondentes

Na Tabela 4.1 apresenta-se a caracterização da amostra de inquiridos e do universo potencial de ocupantes, segundo o sexo, a idade, a carreira profissional em que se encontram e o edifício onde trabalham.

³ Amostra aleatória simples é aquela na qual todos os elementos têm a mesma probabilidade de serem seleccionados. Uma amostra desse tipo pode ser obtida, por exemplo, através do sorteio dos elementos.

Tabela 4.1 - Caracterização da amostra de inquiridos e do universo, segundo o sexo, a idade, o cargo e o edifício onde trabalham com a respetiva taxa de cobertura.

		Amostra		Ocupantes		Taxa de cobertura (%)
		n	%	n	%	
SEXO	Feminino	145	47,4	252	47,7	57,5
	Masculino	161	52,6	276	52,3	58,3
Total		306	100,0	528	100,0	58,0
Omisso ⁴		4				
IDADE	≤ 25 anos	5	1,6	4	0,9	n.a. ⁵
	26 a 35 anos	49	16,0			
	36 a 45 anos	57	18,6	54	12,2	n.a.
	46 a 55 anos	107	35,0	205	46,4	n.a.
	≥ 56 anos	88	28,8	179	40,5	n.a.
Total		306	100,0	442	100,0	-
Omisso		4			-	-
CARREIRA	Assistente operacional	6	2,0	32	6,1	18,8
	Assistente técnico	53	17,3	130	24,7	40,8
	Investigação	132	43,1	217	41,2	60,8
	Outra situação	47	15,4	34	6,5	n.a.
	Técnica Superior	68	22,2	114	21,6	59,6
Total		306	100,0	527	100	58,1
Omisso		4				
EDIFÍCIO	Edifício Arantes e Oliveira	91	29,7	178	40,5	n.a.
	Edifício Calouste Gulbenkian	54	17,6	74	16,8	n.a.
	Edifício das Instalações	7	2,3			n.a.
	Edifício das Madeiras	6	2,0	4	0,9	n.a.
	Edifício de Componentes	18	5,9	20	4,5	n.a.
	Edifício Departamento de Transportes	16	5,2	21	4,8	n.a.
	Edifício do armazém 2, infantário e bar	1	0,3			n.a.
	Edifício do Centro de Instrumentação Científica	16	5,2	29	6,6	n.a.
	Edifício do refeitório e outras instalações de apoio ao pessoal	2	0,7			n.a.
	Edifício de Engenharia Sanitária	15	4,9	10	2,3	n.a.
	Edifício Fernando Abecasis	38	12,4	49	11,1	n.a.
	Edifício Ferry Borges	8	2,6	10	2,3	n.a.
	Edifício Manuel Rocha	19	6,2	31	7,0	n.a.
	Pavilhão da Hidráulica Fluvial	3	1,0			n.a.
	Pavilhão da Hidráulica Marítima	2	0,7			n.a.
	Pavilhão de ensaios de fogo, coberturas e metrologia	9	2,9	14	3,2	n.a.
	Pavilhão de modelos reduzidos	1	0,3			n.a.
Total		306	100,0	440	100,0	
Omisso		4				

⁴ Entende-se por omissão o ocupante que não respondeu à questão.

⁵ n.a. = não aplicável. Sempre que os dois universos (amostra e ocupantes) não são diretamente comparáveis, por dificuldades de cálculo dos ocupantes em determinadas variáveis, optámos por não calcular as taxas de cobertura. Com efeito, o LNEC apenas disponibiliza nos Balanços Sociais anuais dados sobre as idades dos funcionários, o que exclui, desde logo, os bolsiros. Também não possui uma identificação inequívoca dos ocupantes por edifício. Assim, não se calculou para estas variáveis a taxa de cobertura, e o mesmo critério foi utilizado para não calcular a taxa de cobertura da categoria ‘outra situação’ da variável carreira. Estes condicionamentos explicam a variação do total de ocupantes, por variável. Com efeito, calcular por estimativa o efetivo populacional por edifício não foi fácil, nem o resultado expresso na Tabela 4.1., coluna ‘Ocupantes’, pode ser tomado como absolutamente inequívoco, uma vez que:

- alguns funcionários trabalham em mais do que um edifício;
- não existe uma listagem de ocupantes por edifício;
- existem dúvidas sobre se determinadas salas, com uma ocupação muito esparsa temporalmente, se devem considerar como locais de trabalho.

Os valores calculados para a taxa de cobertura das respostas (apresentada em percentagem) decorrem da divisão entre o número de respostas efetivas e o número de potenciais respondentes. Como se observa, a distribuição dos respondentes, por sexo, tem um predomínio do sexo masculino (52,6%) (n= 306), desequilíbrio em tudo equivalente ao da população “ocupantes”.

Um outro dado sociodemográfico considerado relevante para a apreciação dos resultados obtidos prende-se com a distribuição por idades, mas não existe comparação direta possível (ver nota da Tabela anterior) entre estes universos. Em todo o caso, o rejuvenescimento da amostra observado é inteiramente devido ao efeito da inclusão dos bolseiros no universo dos ocupantes (a idade média é de 52,9 e de 47,8 anos, respetivamente para os ocupantes e para a amostra de respondentes). Ainda assim, na amostra obtida cerca de 2/3 dos respondentes (63,8%) tem mais de 46 anos de idade (sendo que essa percentagem sobe para 86,9% se não se consideram os bolseiros (nas diferentes carreiras). Ou seja, o recurso a pessoas que não são quadro, e que não dispõe por isso de vínculos perenes à instituição, tem um efeito de rejuvenescimento do pessoal que trabalha no LNEC.

A carreira de investigação (43,1%) é a categoria que reúne mais inquiridos, seguida do pessoal que integra a carreira técnica superior (22,2%) e dos assistentes técnicos (17,3%). Neste parâmetro de caracterização sociodemográfica verificou-se na amostra, relativamente ao universo, uma sub-representação das carreiras de ‘assistente operacional’ e ‘assistente técnico’, e uma sobre representação daqueles respondentes classificados ‘noutra situação’, neste último caso, e uma vez mais, provavelmente pelo efeito dos bolseiros (em situação indefinida). No que respeita às carreiras sub-representadas, tal não surpreenderá se se atender às condições de acesso à informação (nomeadamente daquela que reside na intranet do LNEC) e às próprias condições de trabalho (que muitas vezes afastam esses funcionários da consulta diária ou regular da intranet), ou mesmo em face da iliteracia funcional de alguns grupos profissionais.

Na Figura 4.1 encontram-se apenas assinalados os edifícios do LNEC que foram indicados pelos respondentes do questionário.

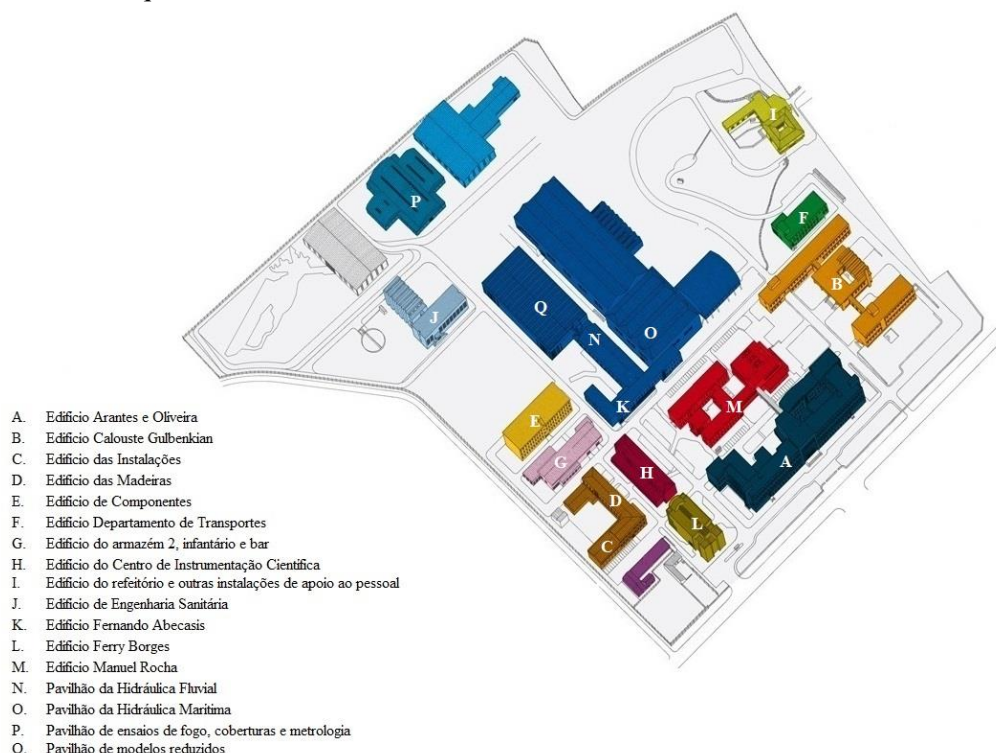


Figura 4.1 - Campus do LNEC.

Quanto à distribuição de ocupantes no *campus* do LNEC, há uma forte assimetria que decorre da própria tipologia dos edifícios existentes, das tarefas que neles se realizam, e da também evolução histórica da atividade do LNEC ao longo da sua existência⁶. Atualmente, estima-se que mais de 40% dos ocupantes tenha o seu local de trabalho no Edifício ‘Arantes e Oliveira’, com as devidas salvaguardas já mencionadas, no qual estão sediados os serviços administrativos e alguns Núcleos de investigação, e que aproximadamente 17% se encontrem no Edifício ‘Calouste Gulbenkian’. Noutros edifícios, a presença de pessoal é muito reduzida, embora talvez algo subestimada pelos motivos apontados.

Na Tabela 4.2 apresenta-se a caracterização da amostra de inquiridos segundo o nível de atividade física, se é destro ou canhoto e se utiliza óculos e/ou lentes de contacto.

Tabela 4.2 - Caracterização da amostra de inquiridos segundo o nível de atividade física, se é destro ou canhoto e se utiliza óculos e/ou lentes de contacto.

		Amostra	
		n	%
NÍVEL DE ACTIVIDADE FÍSICA	Alta (maior parte do tempo de pé e em movimento)	19	6,2
	Moderada	83	27,2
	Sedentária (maior parte do tempo sentada)	203	66,6
Total		305	100,0
Omisso		5	-
DESTRO OU CANHOTO	Destro	286	94,4
	Canhoto	17	5,6
Total		303	100,0
Omisso		7	-
USO DE ÓCULOS E/OU LENTES DE CONTACTO	Óculos	184	60,3
	Lentes de contacto	17	5,6
	Ambos	5	1,6
	Nenhum dos anteriores	99	32,5
Total		305	100,0
Omisso		5	-

De acordo com a Norma EN 15251 num edifício de escritórios a maior parte das pessoas tem um nível de atividade física sedentária. Após a análise dos resultados do questionário, verifica-se que a maioria dos ocupantes do LNEC vão ao encontro do que a norma dita (cf. Tabela 4.2). A maioria da amostra é destra (94,4%) e habitualmente utiliza óculos (60,3%) sendo que 32,5% não utiliza óculos nem lentes de contacto.

- Caracterização das condições ambientais

A caracterização das condições ambientais da amostra de inquiridos segundo a orientação da fachada do compartimento onde trabalham, o número de pessoas que se encontram no mesmo, bem como a classificação da vista para o exterior, encontra-se na Tabela 4.3.

⁶ Por exemplo, os Pavilhões de Hidráulica Fluvial e Hidráulica Marítima já tiveram um número muito mais elevado de funcionários, quando os modelos experimentais eram essencialmente físicos (exigindo a presença de experimentadores, operários, para além dos investigadores). De igual modo, o Edifício ‘Manuel Rocha’ já dispôs de grandes oficinas gráficas, hoje reduzidas a serviços mínimos.

Tabela 4.3 - Caracterização das condições ambientais da amostra de inquiridos segundo a orientação da fachada do compartimento onde trabalham e o número de pessoas que se encontram no mesmo.

		Amostra	
		n	%
ORIENTAÇÃO DA FACHADA DO COMPARTIMENTO	Cave	1	0,3
	Este	41	13,9
	Norte	79	26,8
	Oeste	53	18,0
	Sul	121	41,0
Total		295	100,0
Omisso		15	-
NÚMERO DE PESSOAS NO COMPARTIMENTO	Individual	190	62,3
	2 pessoas	74	24,3
	3-5 pessoas	33	10,8
	≥ 6 pessoas	8	2,6
Total		305	100,0
Omisso		5	-

Como se verifica, 41% dos inquiridos que responderam a esta pergunta têm a fachada do seu compartimento orientada a sul e 26,8% a norte. Apenas uma pessoa indicou que se encontra a trabalhar numa cave. Outro dado não desprezível, decorrente da análise das condições ambientais, prende-se com o facto de 62,3% das pessoas terem um local de trabalho que não é partilhado com ninguém.

4.3. Análise descritiva do conforto e bem-estar dos edifícios do LNEC

Como foi referido anteriormente, desenvolveram-se dez grupos de questões para se conhecer a satisfação quanto ao conforto e bem-estar e comportamentos dos ocupantes do LNEC, subdividindo cada grupo em diversas questões sendo exigida resposta obrigatória.

De um modo geral, os resultados visam ter uma perceção global da satisfação dos ocupantes do LNEC. Contudo, as questões formuladas também têm interesse quando analisadas por edifício, uma vez que este estudo pretende testar um método de questionamento de ocupantes de edifícios, de forma a avaliar o conforto, o bem-estar e a relação com as características construtivas.

Ambiente térmico

Quando se observa a Figura 4.2 verifica-se que uma maioria relativa (45%) dos respondentes consideram que o compartimento onde trabalham se encontra ‘muito quente’ no verão, um dos extremos da escala considerada. A maior parte dos restantes respondentes também avaliaram os seus respetivos compartimentos como quentes, embora de modo menos extremo. Apenas 13% encontram-se ‘confortáveis’.

No inverno (cf. Figura 4.3), a distribuição das respostas foi diferente, desde logo porque a percentagem de pessoas ‘confortáveis’ é superior (25%), sendo que as posições extremas têm menor expressão comparativamente ao verão.

Analisando de uma forma geral (verão e inverno), a maioria das pessoas encontra-se desconfortável no que diz respeito à temperatura no compartimento no qual trabalham, sendo que este desconforto é superior no verão comparativamente ao inverno.

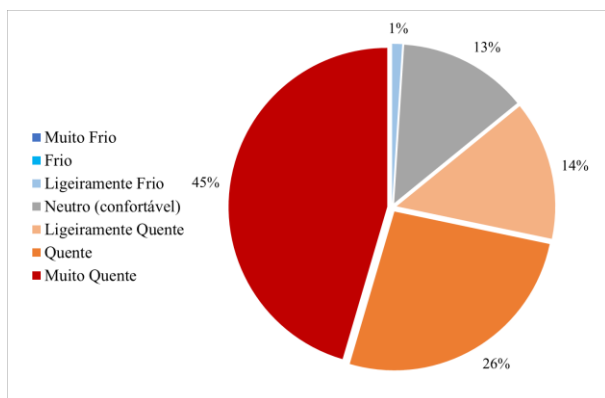


Figura 4.2 - Sensação térmica no compartimento no verão.

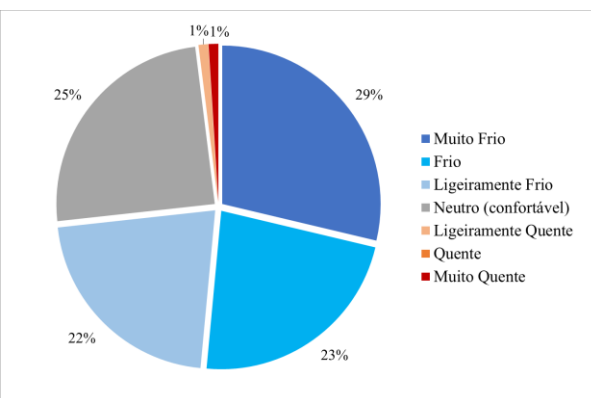


Figura 4.3 - Sensação térmica no compartimento no inverno.

A análise cruzada ‘sensação térmica no verão’ por ‘edifício’ mostra que o Edifício das instalações é o único do *campus* do LNEC onde a maioria das pessoas se encontra ‘confortável’. Analisando as Tabelas 6.1 e 6.2 no Anexo B, não se verifica que nos edifícios mais recentes existe maior conforto térmico e não existe um padrão quanto ao conforto térmico sentido no compartimento e a orientação da fachada deste. Desta forma, estes e/ou outros fatores podem influenciar o conforto térmico sentido no Edifício das instalações.

No Edifício do refeitório e instalações de apoio ao pessoal, nos Pavilhões da hidráulica fluvial e marítima e no Pavilhão de modelos reduzidos todos os respondentes consideram que o compartimento onde trabalham se encontra ‘muito quente’. Através do teste qui-quadrado de Pearson verifica-se que existem diferenças estatisticamente significativas entre as variáveis ‘sensação térmica no verão’ e ‘edifício’ ($\chi^2=139,566^a$; gl=80; p=0,000).

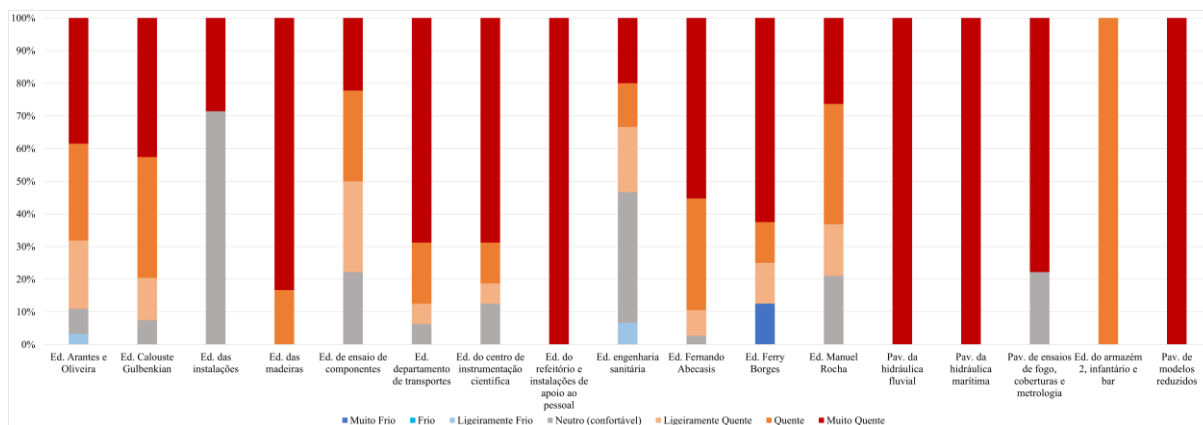


Figura 4.4 - Sensação térmica no compartimento no verão por edifício.

No inverno também não se verifica que todos os edifícios mais recentes são os que as pessoas se sentem mais confortáveis e não existe um padrão quanto ao conforto térmico sentido no compartimento e a orientação da fachada deste. Não existir um padrão para as duas estações do ano pode dever-se não só por cada indivíduo ter as suas perceções, mas também por condicionantes físicas do *campus* do LNEC uma vez que a presença de árvores de grandes dimensões presentes no *campus* criam sombreamento aos edifícios influenciando a sensação térmica dos ocupantes.

O Edifício das instalações apresenta de novo a maior percentagem de pessoas ‘confortáveis’ no que respeita a temperatura no inverno. No Pavilhão da hidráulica marítima e no Pavilhão de modelos reduzidos 100% dos ocupantes consideram que o compartimento onde trabalham se encontra ‘muito frio’.

O teste qui-quadrado de Pearson mostra que existem diferenças estatisticamente significativas ($\chi^2=137,330^a$; gl=80; p=0,000).

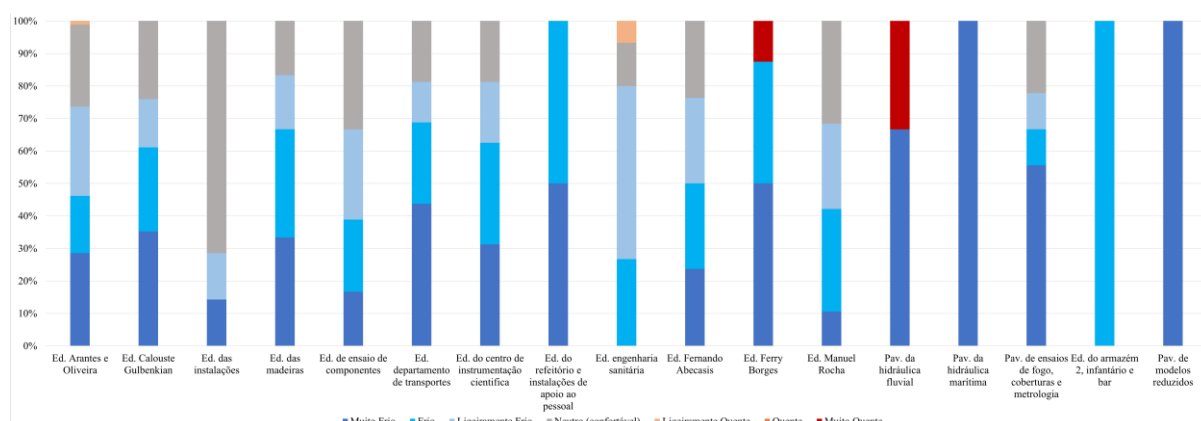


Figura 4.5 - Sensação térmica no compartimento no inverno por edifício.

Pediu-se aos inquiridos do LNEC que identificassem com que frequência utilizam o sombreamento solar no verão e no inverno. A Tabela 4.4 indica que das 295 pessoas que responderam a esta questão, 23,1% não têm sombreamento no compartimento e que cerca de 4% têm, mas encontra-se avariado. No verão existe maior utilização destes dispositivos e no inverno menor, indicando que existe um comportamento adaptativo dos ocupantes.

Tabela 4.4 - Frequência com que a amostra de inquiridos utiliza o sombreamento.

		Verão		Inverno	
		n	%	n	%
Frequência com que dispositivos de sombreamento solar são utilizados	Nunca/Quase nunca (meio dia/semana ou menos)	27	9,2	119	40,3
	Com pouca frequência (1 dia/semana)	20	6,8	41	13,9
	Existe mas encontra-se avariado	13	4,4	12	4,1
	Não existe no compartimento	68	23,1	68	23,1
	Com frequência (2 a 3 dias/semana)	41	13,9	30	10,2
	Sempre/Quase sempre (4 a 5 dias/semana)	126	42,7	25	8,5
Total		295	100,0	295	100,0
Omisso		15	-	15	-

No cruzamento entre a ‘frequência com que o sombreamento é utilizado no verão’ e o ‘edifício’ importa perceber que não existe um padrão aplicável a todos os edifícios. É no Edifício de ensaio de componentes que existe a maior percentagem de pessoas que utiliza ‘sempre/quase sempre’ o sombreamento solar no verão (67%). Note-se que neste edifício todos os respondentes identificaram que a orientação da fachada é a sul. O teste qui-quadrado de Pearson mostra que existem diferenças estatisticamente significativas ($\chi^2=105,740^a$; gl=80; p=0,029).

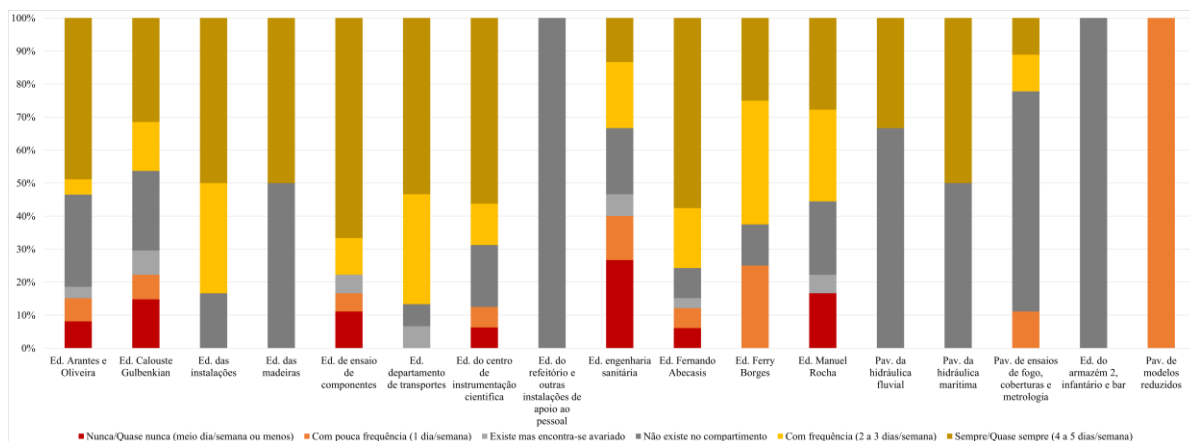


Figura 4.6 - Frequência com que o sombreamento é utilizado no verão por edifício.

No inverno não existem diferenças estatisticamente significativas entre ‘edifícios’ e ‘frequência com que o sombreamento é utilizado no inverno’ ($\chi^2=82,540^a$; gl=80; p=0,401). A maioria relativa dos respondentes indicou que ‘nunca/quase nunca’ utiliza este dispositivo no inverno. No Pavilhão de modelos reduzidos verifica-se que o respondente utiliza ‘sempre/quase sempre’ o sombreamento solar no inverno (cf. Figura 4.7) enquanto no verão utiliza ‘com pouca frequência’ (Figura 4.6). Contudo, não é possível dizer-se que se deve à orientação da fachada do compartimento (oeste) porque noutros edifícios tal não se verifica.

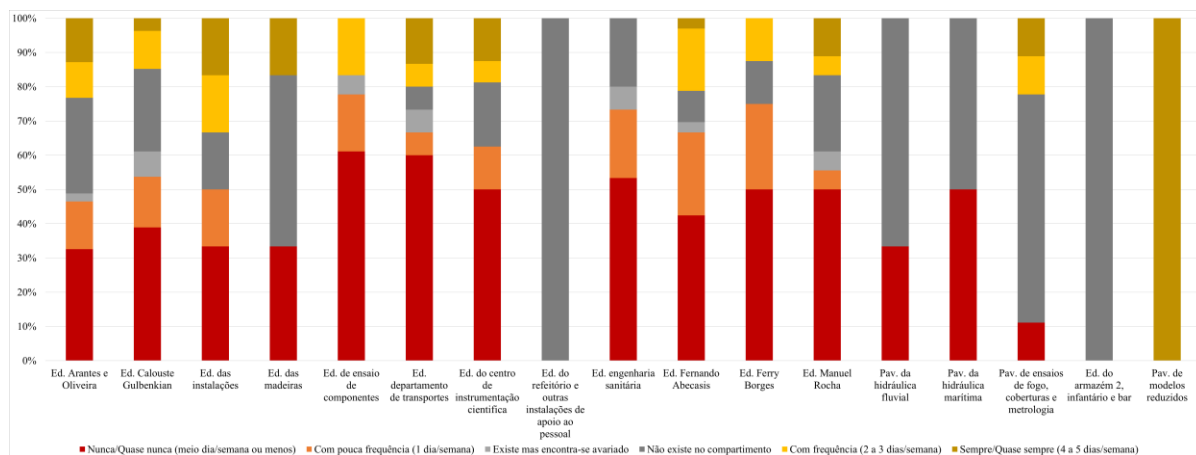


Figura 4.7 - Frequência com que o sombreamento é utilizado no inverno por edifício.

Pela Figura 4.8 verifica-se que os respondentes preferem temperaturas mais quentes do que aquelas que normalmente se encontram no compartimento no inverno bem como temperaturas mais frescas no verão. Este resultado era expectável uma vez que pelas Figuras 4.2 e 4.3 verifica-se que existe desconforto no que diz respeito ao conforto térmico nas duas estações do ano mais extremas, embora com maior evidência no verão.

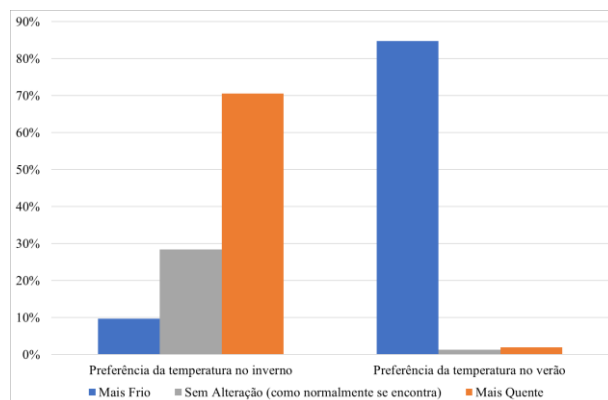


Figura 4.8 - Preferência da temperatura no compartimento.

Não existindo diferenças estatisticamente significativas no cruzamento da ‘preferência da temperatura no verão’ e ‘edifício’ ($\chi^2=39,783^a$; gl=32; p=0,162), de uma maneira geral os inquiridos preferem temperaturas ‘mais frescas’ com exceção do edifício do armazém 2, infantilário e bar e do Pavilhão de modelos reduzidos que preferem ‘mais quente’. Note-se que apesar de mais de metade dos ocupantes do Edifício das instalações considerarem que se encontram confortáveis, a maioria prefere temperaturas mais frescas no verão.

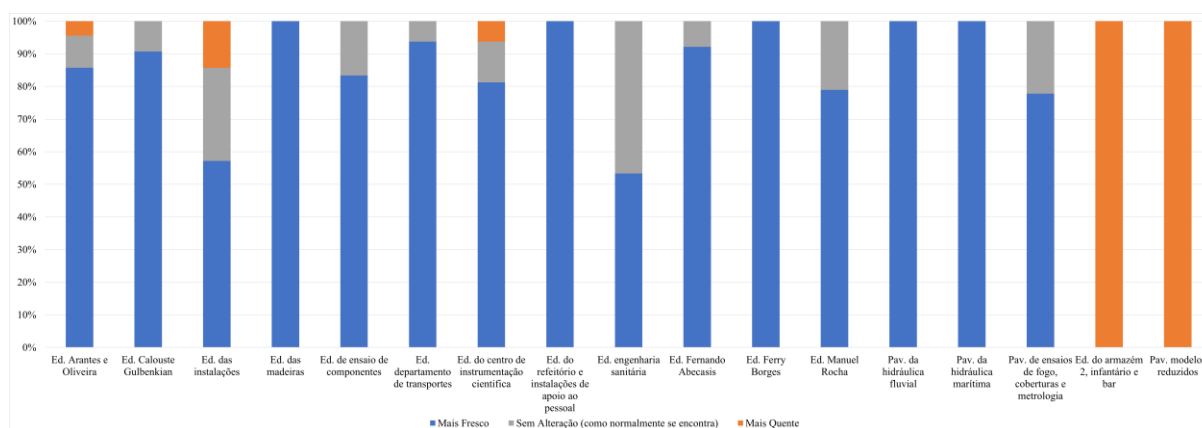


Figura 4.9 - Preferência da temperatura no compartimento no verão por edifício.

Da mesma forma, apesar de mais de metade dos ocupantes do Edifício das instalações considerarem que se encontram confortáveis, a maioria prefere temperaturas mais quentes no inverno. A Figura 4.9 revela que a maioria dos inquiridos preferem temperaturas mais quentes. Contudo, o teste qui-quadrado de Pearson mostra que não há uma associação estatisticamente significativa entre as variáveis ($\chi^2=31,892^a$; gl=32; p=0,472).

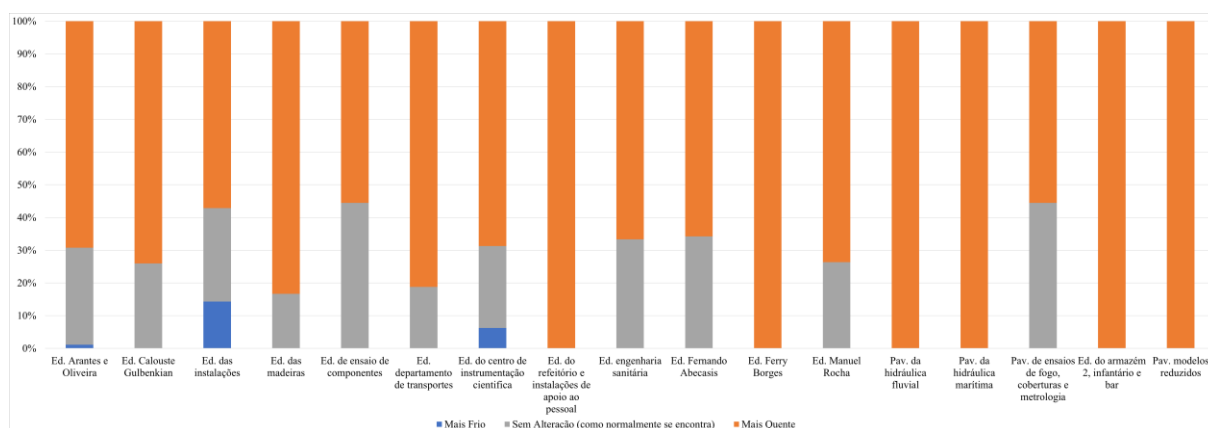







Figura 4.10 - Preferência da temperatura no compartimento no inverno por edifício.

Sabendo que se questionou como é que o inquirido se veste habitualmente, acompanhando esta pergunta por uma imagem ilustrativa, no verão a maioria das pessoas usa calças e camisa enquanto que no inverno usam calças com uma camisola de malha mais quente (cf. Tabela 4.5). Verifica-se também que no inverno, três dos respondentes se vestem com roupa mais de verão de acordo com a escala escolhida e no verão dois respondentes usam roupa mais quente. De um modo geral, esta averiguação indica que os ocupantes se vestem de acordo com a temperatura sentida, sendo este um comportamento adaptativo.

Tabela 4.5 - Tipo de roupa que a amostra de inquiridos veste.

							Total	Omisso
Verão	n	88	216	4	2	0	310	0
	%	28,4	69,7	1,3	0,6	0,0	100,0	-
Inverno	n	3	4	37	163	103	310	0
	%	1,0	1,3	11,9	52,6	33,2	100,0	-

O ar condicionado é o equipamento de climatização que os respondentes têm menos acesso, 74,5% não têm no seu compartimento sendo o equipamento de aquecimento o que é utilizado com maior frequência dos três estudados. Em síntese, a Tabela 4.6 indica que 61,3% dos ocupantes do LNEC utilizam ‘sempre/quase sempre’ o aquecimento no inverno, 31,0% a ventoinha no verão e apenas 6,8% utilizam ‘sempre/quase sempre’ ar condicionado. Novamente, a utilização destes equipamentos de climatização são comportamentos adaptativos dos ocupantes dos edifícios do LNEC.

Tabela 4.6 - Frequência com que a amostra de inquiridos utiliza equipamentos de climatização.

		Aquecimento no inverno		Ventoinha no verão		Ar condicionado no verão	
		n	%	n	%	n	%
Frequência com que os equipamentos de climatização são utilizados	Nunca/Quase nunca (meio dia/semana ou menos)	12	3,9	18	5,8	6	1,9
	Com pouca frequência (1 dia/semana)	15	4,8	10	3,2	10	3,2
	Existe mas encontra-se avariado	29	9,4	4	1,3	30	9,7
	Não existe no compartimento	25	8,1	139	44,8	231	74,5
	Com frequência (2 a 3 dias/semana)	39	12,6	43	13,9	12	3,9
	Sempre/Quase sempre (4 a 5 dias/semana)	190	61,3	96	31,0	21	6,8
Total		310	100,0	310	100,0	310	100,0
Omisso		0	-	0	-	0	-

A análise cruzada entre a ‘frequência com que o aquecimento é utilizado no inverno’ e ‘edifício’ não revela um padrão de comportamento para todos os edifícios. Contudo, verifica-se que no Edifício do refeitório e outras instalações de apoio ao pessoal e no Edifício do armazém 2, infantário e bar os ocupantes utilizam ‘sempre/quase sempre’ o aquecimento. Note-se que no Edifício do armazém 2, infantário e bar e no Pavilhão de modelos reduzidos existe apenas um ocupante que respondeu (cf. Tabela 4.1). O teste qui-quadrado de Pearson mostra que existem diferenças estatisticamente significativas ($\chi^2=130,175^a$; gl=80; p=0,000).

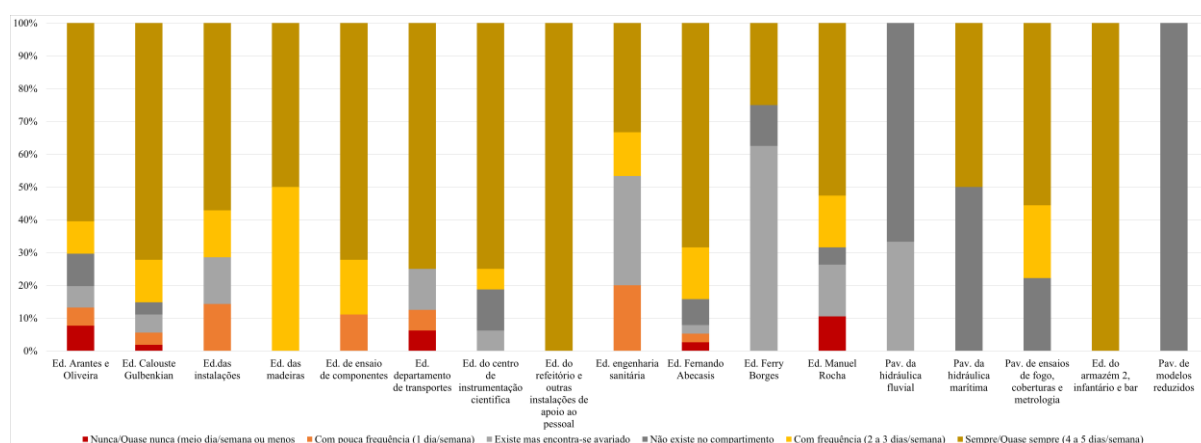


Figura 4.11 - Frequência com que o aquecimento é utilizado no inverno por edifício.

O cruzamento entre a ‘frequência com que a ventoinha é utilizada no verão’ e ‘edifício’ não revela um padrão de comportamento para todos os edifícios e não existem diferenças estatisticamente significativas ($\chi^2=92,873^a$; gl=80; p=0,154). No Edifício do refeitório e outras instalações de apoio ao pessoal e no Edifício do armazém 2, infantário e bar os ocupantes utilizam ‘sempre/quase sempre’ a ventoinha no verão.

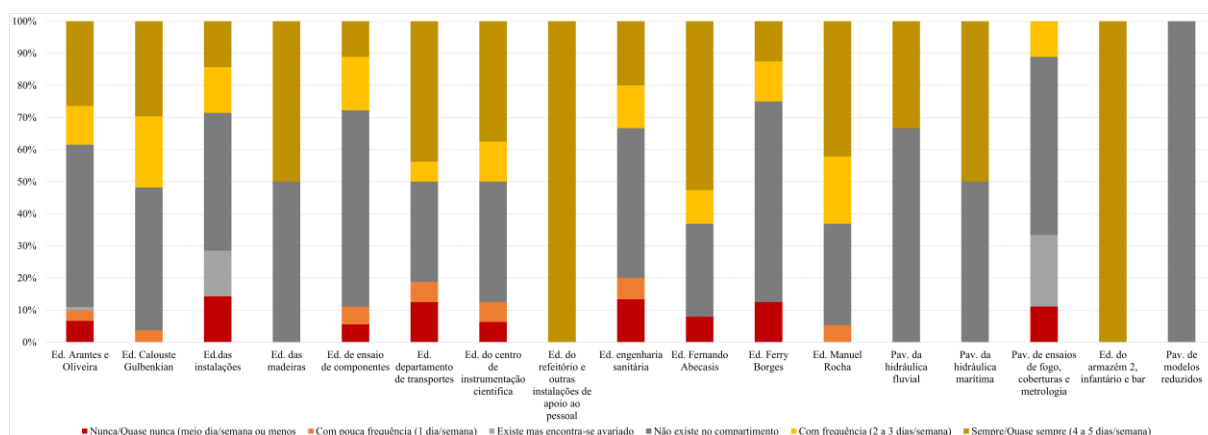


Figura 4.12 - Frequência com que a ventoinha é utilizada por edifício.

A frequência com que o ar condicionado é utilizado por edifício encontra-se representada na Figura 4.13. No Edifício das madeiras, no Edifício do refeitório e outras instalações de apoio ao pessoal, no Edifício do armazém 2, infantário e bar e no Pavilhão de modelos reduzidos não existe ninguém com acesso a ar condicionado. O teste qui-quadrado de Pearson revela que existem diferenças estatisticamente significativas ($\chi^2=195,840^a$; gl=80; p=0,000).

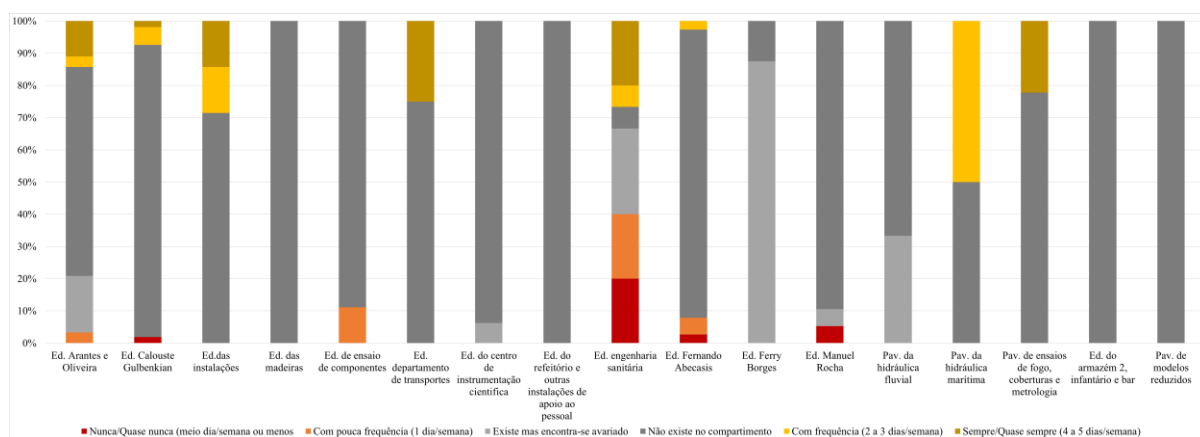


Figura 4.13 - Frequência com que o ar condicionado é utilizado por edifício.

De acordo com as Figuras 4.11, 4.12 e 4.13 constata-se que o respondente que trabalha no Pavilhão de modelos reduzidos não tem acesso a nenhum dos três equipamentos de climatização referidos e indica que no verão o compartimento onde trabalha é ‘muito quente’ e no inverno ‘muito frio’.

Em síntese, existem mais pessoas insatisfeitas no verão comparativamente ao inverno como mostra a Figura 4.14 e como anteriormente se foi concluindo.

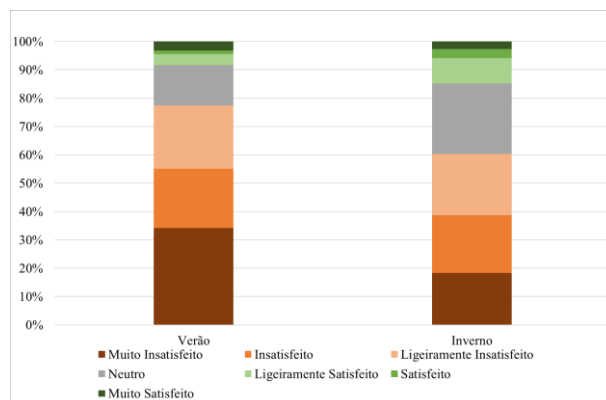


Figura 4.14 - Satisfação com o ambiente térmico.

Quando analisada a satisfação com o ambiente térmico por edifício no verão verifica-se que não existe um padrão nas respostas recolhidas. Contudo, é no Pavilhão da hidráulica marítima e no de modelos reduzidos que todos os ocupantes se encontram ‘muito insatisfeitos’ e no Edifício de engenharia sanitária e no Edifício de engenharia sanitária que se encontram as pessoas mais satisfeitas no que respeita à temperatura no verão.

Os dois edifícios onde existe maior satisfação (Edifício engenharia sanitária e Edifício Ferry Borges) são os que foram construídos mais recentemente. O pavilhão de modelos reduzidos também é um destes casos, contudo apresenta insatisfação provavelmente por não ter acesso a nenhum equipamento de climatização. O teste qui-quadrado de Pearson mostra que não existem diferenças estatisticamente significativas ($\chi^2=111,538^a$; gl=96; p=0,133).

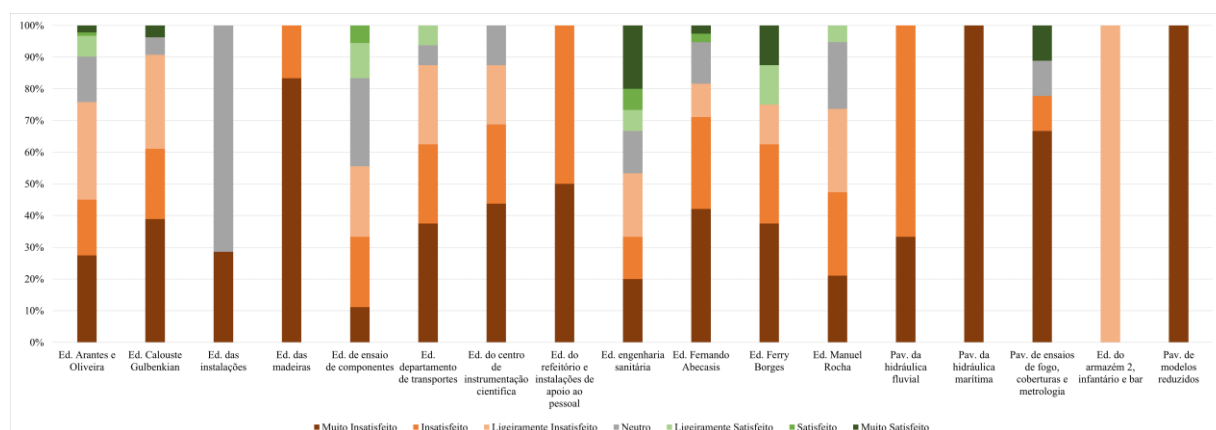


Figura 4.15 - Satisfação com o conforto térmico por edifício no verão.

Quanto à satisfação com o ambiente térmico por edifício no inverno verifica-se que existem diferenças estatisticamente significativas ($\chi^2=120,492^a$; gl=96; p=0,046). Novamente é no Pavilhão da hidráulica marítima e no de modelos reduzidos que todos os ocupantes se encontram ‘muito insatisfeitos’ e no Pavilhão da hidráulica fluvial que se encontram as pessoas mais satisfeitas no que respeita à temperatura no inverno seguido do Edifício de ensaios de componentes.

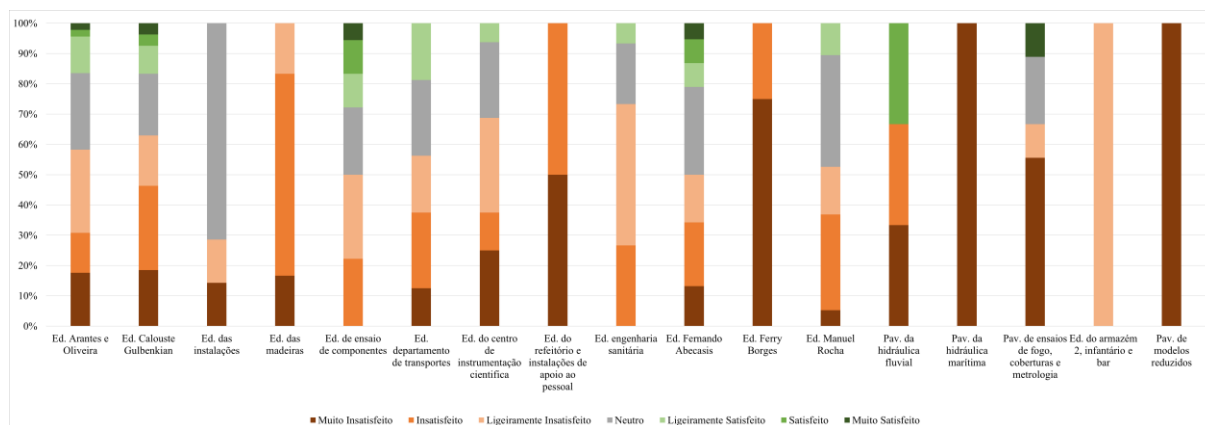


Figura 4.16 - Satisfação com o conforto térmico por edifício no inverno.

O Edifício das instalações é o edifício com maior percentagem de ocupantes que classificaram como ‘neutro’ a satisfação global com o ambiente térmico ao longo do ano (cf. Figura 4.15 e Figura 4.16). Contudo, tanto no verão como no inverno é o edifício onde as pessoas se sentem mais confortáveis (cf. Figura 4.4 e Figura 4.5).

Qualidade do ar

Primeiramente, é importante entender de que forma é que os ocupantes do LNEC caracterizam o odor sentido no compartimento onde trabalham. No verão e no inverno, 47% e 49% respetivamente dizem não existir odor (cf. Figura 4.17 e Figura 4.18). Apenas 1% diz existir ‘odor muito forte’ no verão e menos de 1% no inverno.

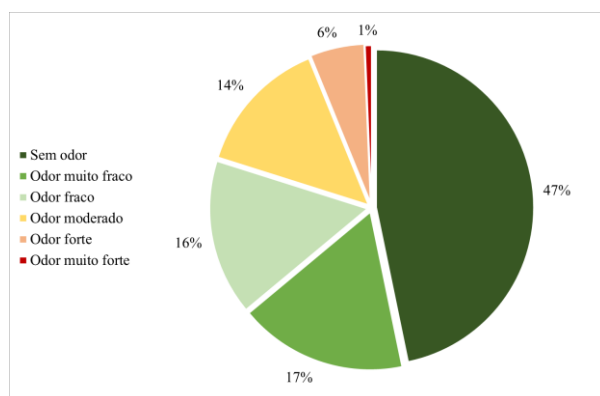


Figura 4.17 - Intensidade do odor no verão.

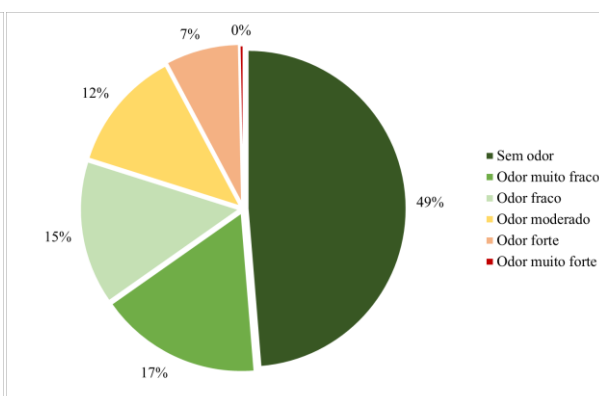


Figura 4.18 - Intensidade do odor no inverno.

O cruzamento entre a ‘intensidade do odor no verão’ e o ‘edifício’ revela que é no Edifício de engenharia sanitária que existe a maior percentagem de pessoas que não sente odor no compartimento onde desempenha as suas tarefas (60%) e que no Pavilhão da hidráulica fluvial e no de ensaios de fogo, coberturas e metrologia é onde os inquiridos assumem que existe um ‘odor muito forte’. O teste qui-quadrado de Pearson mostra que existem diferenças estatisticamente significativas ($\chi^2=133,117^a$; gl=80; p=0,000).

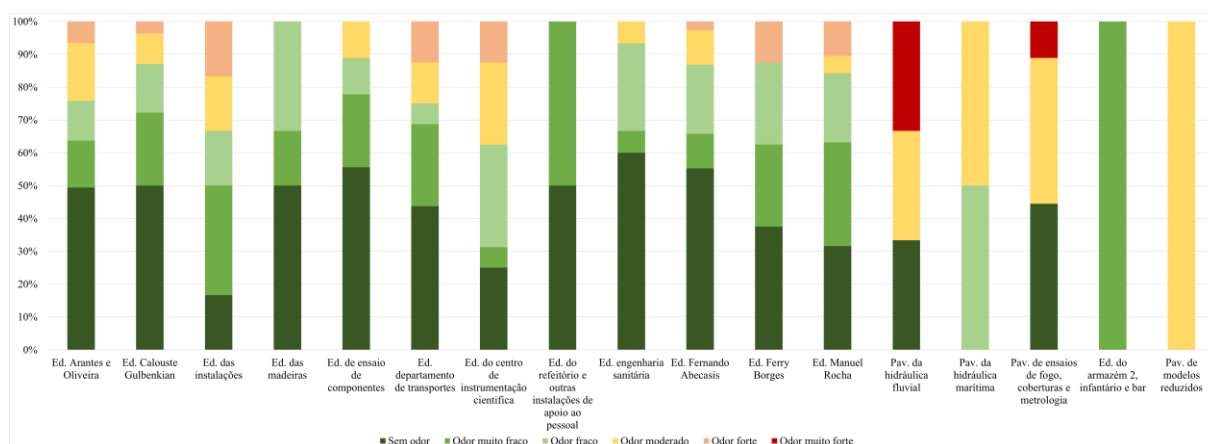


Figura 4.19 - Intensidade do odor no verão por edifício.

Não existindo diferenças estatisticamente significativas no cruzamento da ‘intensidade do odor no inverno’ e ‘edifício’ ($\chi^2=94,147^a$; gl=80; p=0,133) verifica-se que apenas no Pavilhão de ensaios de fogo, coberturas e metrologia é sentido um ‘odor muito forte’ no inverno.

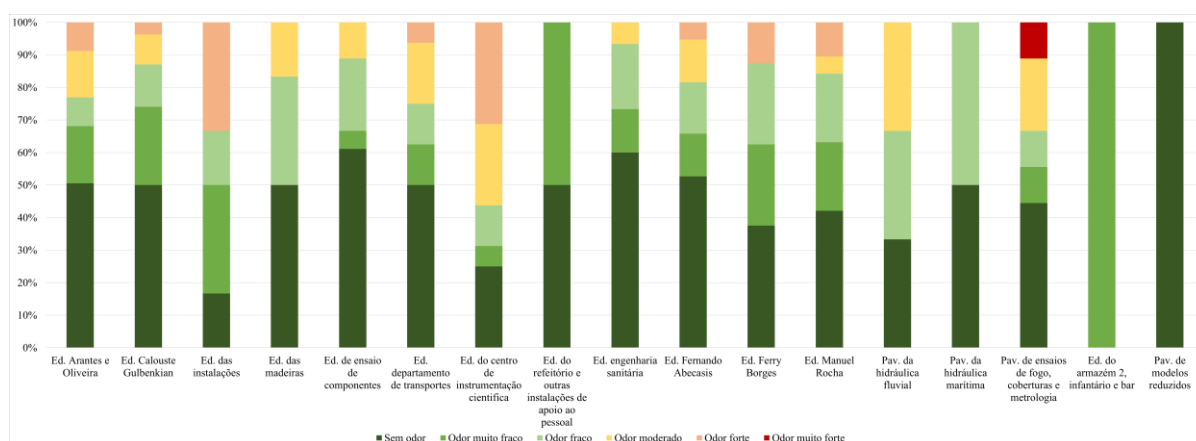


Figura 4.20 - Intensidade do odor no inverno por edifício.

A maioria dos respondentes respondeu ‘neutro’ no que diz respeito a caracterizar o odor sentido no compartimento como agradável ou desagradável. No verão, 6% dos respondentes considera que o odor é agradável e no inverno 5%. No inverno 20% dos inquiridos considera que o odor é ‘desagradável’ face aos 17% no verão (cf. Figura 7.1 e Figura 7.2 em anexo). A análise cruzada ‘percepção do odor no verão’ e ‘edifício’ mostra que não existe um padrão de respostas e que não existem diferenças estatisticamente significativas ($\chi^2=25,864^a$; gl=32; p=0,770).

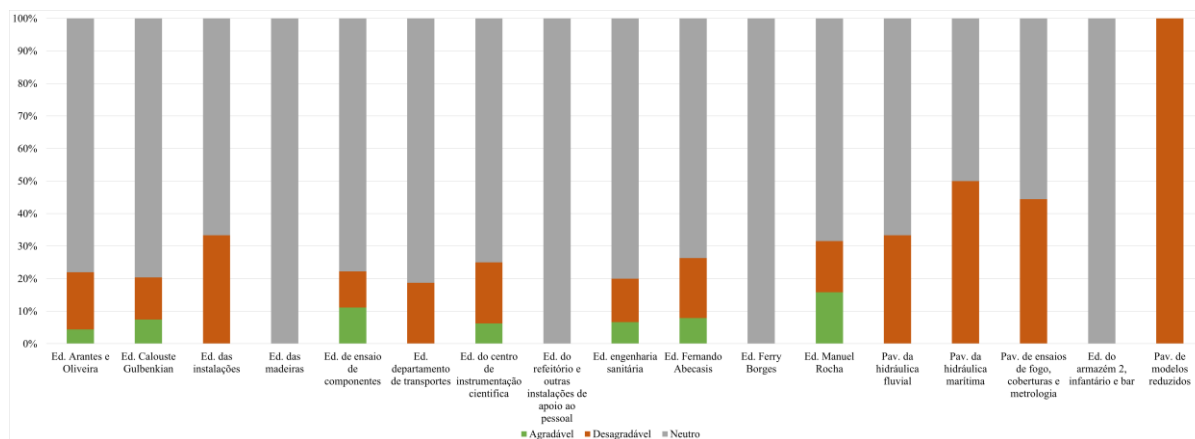


Figura 4.21 - Percepção do odor no verão por edifício.

No inverno não existem diferenças estatisticamente significativas ($\chi^2=31,798^a$; $gl=32$; $p=0,477$). No Edifício do refeitório e outras instalações de apoio ao pessoal e no Edifício Ferry Borges ninguém caracterizou o odor (cf. Figura 4.22) havendo assim uma diminuição no número de edifícios que as pessoas classificam como ‘neutro’ quanto à percepção do odor.

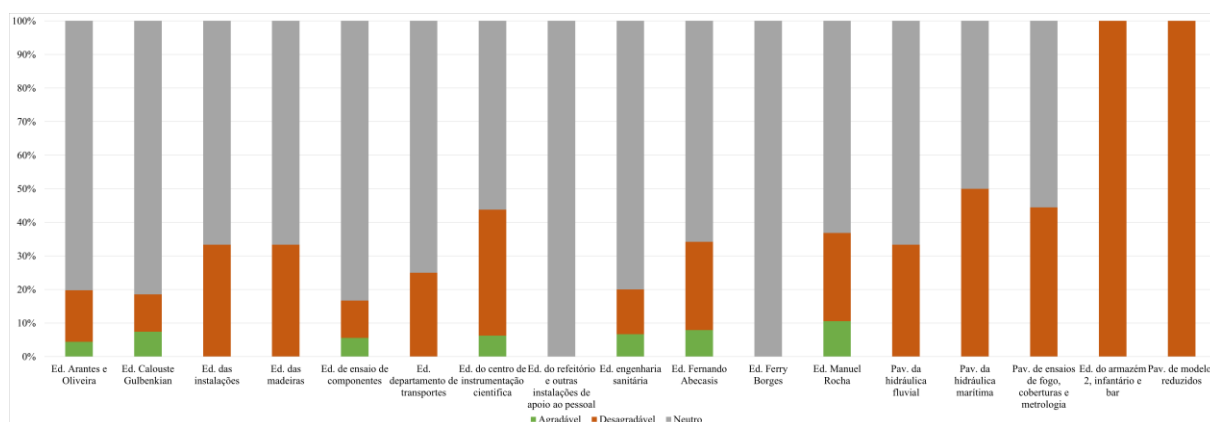


Figura 4.22 - Percepção do odor no inverno por edifício.

A maioria das pessoas classificou como ‘neutro’ a sua satisfação quanto à qualidade do ar interior não expressando assim o seu grau de satisfação. Verifica-se que não existem grandes diferenças entre o verão e o inverno (cf. Figura 4.23 e Figura 4.24).

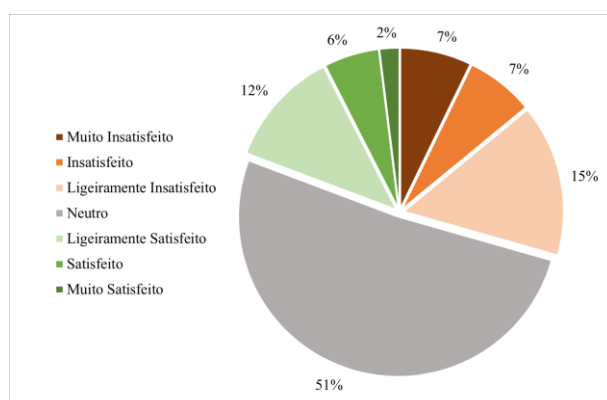


Figura 4.23 - Satisfação com a qualidade do ar no verão.

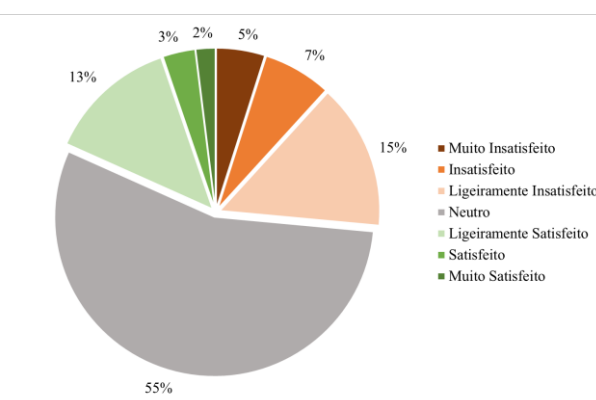


Figura 4.24 - Satisfação com a qualidade do ar no inverno.

Analisando a Figura 4.25 verifica-se que não existe um padrão de comportamento para todos os edifícios e também não existem diferenças estatisticamente significativas ($\chi^2=118,788^a$; $gl=96$; $p=0,057$). Contudo, é no Edifício de ensaio de componentes que existem mais pessoas satisfeitas com a qualidade do ar interior no verão.

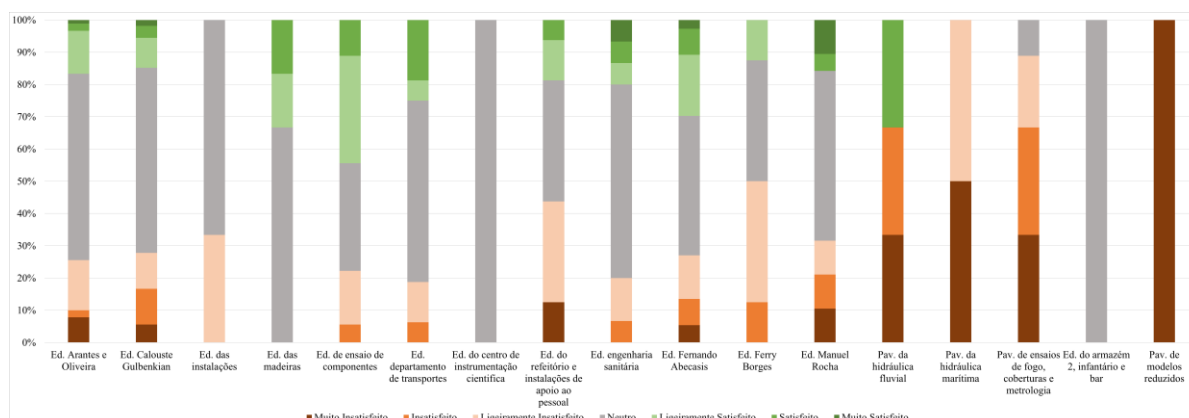


Figura 4.25 - Satisfação com a qualidade do ar no verão por edifício.

Da mesma forma, no inverno verifica-se que não existe um padrão de comportamento para todos os edifícios e existem diferenças estatisticamente significativas ($\chi^2=142,602^a$; gl=96; p=0,001) e é no Pavilhão da hidráulica marítima que existe maior insatisfação.

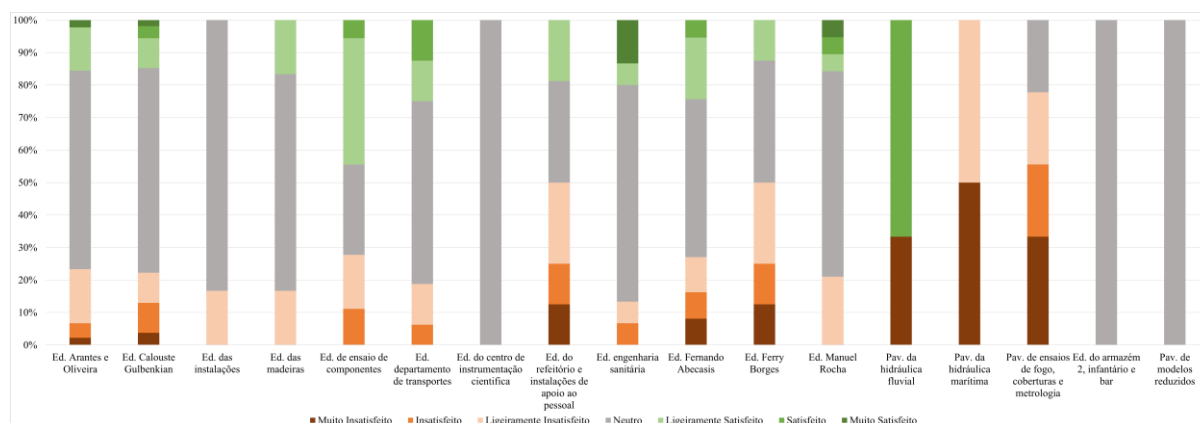


Figura 4.26 - Satisfação com a qualidade do ar no inverno por edifício.

Importa referir que não existem dados quanto à satisfação com a qualidade do ar interior no Edifício do centro de instrumentação científica e do Edifício do armazém 2, infantil e bar uma vez que as pessoas que trabalham nesses edifícios classificaram a sua satisfação como ‘neutro’ tanto no verão como no inverno.

Nos pavilhões existem percentagens mais elevadas de insatisfação. Tal pode dever-se ao facto de se realizarem ensaios onde eventualmente são libertados odores.

Ventilação

A ventilação dos espaços influencia a qualidade do ar interior e a temperatura do compartimento, sendo por isso necessário entender com que frequência é que os respondentes abrem a(s) janela(s) do compartimento onde desenvolvem as suas tarefas e o motivo que os leva a abrir a(s) janela(s) ou a mantê-la(s) fechada(s).

Pediu-se aos ocupantes do LNEC que identificassem com que frequência abrem a(s) janela(s) do compartimento onde trabalham no verão e no inverno com o intuito de analisar a correspondência entre a frequência com que a(s) abre e a intensidade do odor sentido no compartimento. Analisando a Tabela 4.7 verifica-se que das pessoas que responderam a esta questão, 65,2% abrem ‘sempre/quase sempre’ a(s) janela(s) no compartimento no verão e 49,5% ‘nunca/quase nunca’ abrem a(s) janela(s) no inverno.

Tabela 4.7 - Frequência da abertura das janelas.

		Verão		Inverno	
		n	%	n	%
Frequência da abertura das janelas	Sempre/Quase sempre (4 a 5 dias/semana)	199	65,2	24	7,9
	Com frequência (2 a 3 dias/semana)	46	15,1	45	14,8
	Com pouca frequência (1 dia/semana)	27	8,9	85	27,9
	Nunca/Quase nunca (meio dia/semana)	33	10,8	151	49,5
Total		305	100,0	305	100,0
Omisso		5	-	5	-

O cruzamento entre a ‘frequência da abertura da(s) janela(s) no verão’ e o ‘edifício’ revela que não existe um padrão de resposta aplicável a todos os edifícios embora se possa afirmar que de um modo geral todos os edifícios apresentam uma frequência de abertura das janelas elevada com exceção do Pavilhão de modelos reduzidos. O teste qui-quadrado de Pearson mostra que não existem diferenças estatisticamente significativas ($\chi^2=55,303^a$; gl=48; p=0,218).

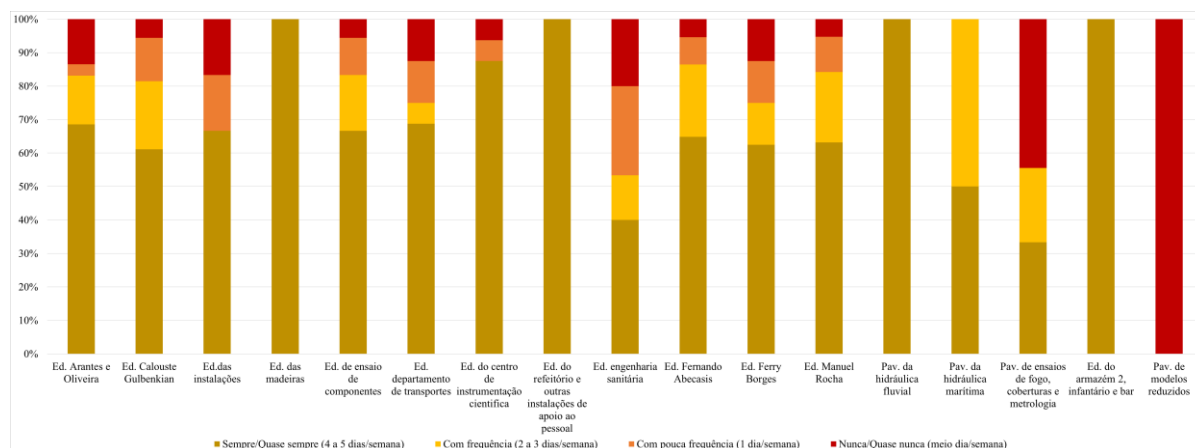


Figura 4.27 - Frequência da abertura da(s) janela(s) no verão por edifício.

Da mesma forma, no inverno não existe um padrão de respostas. Contudo, geralmente todos os edifícios apresentam uma frequência de abertura das janelas baixa com a exceção do edifício do refeitório e outras instalações de apoio ao pessoal e o Pavilhão da hidráulica marítima. Neste cruzamento de variáveis verifica-se que não há uma associação estatisticamente significativa ($\chi^2=51,823^a$; gl=48; p=0,327).

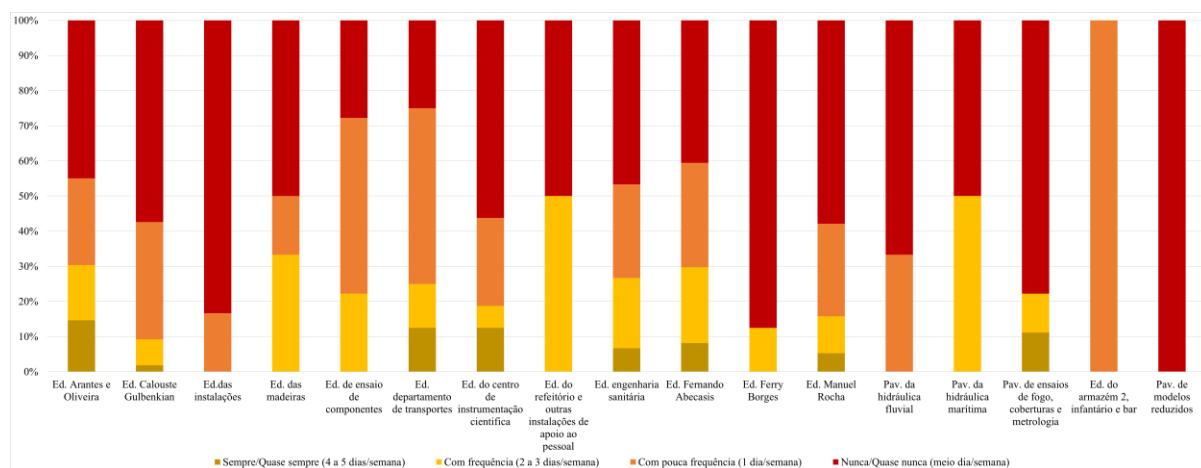


Figura 4.28 - Frequência da abertura da(s) janela(s) no inverno por edifício.

Como se verificou anteriormente, existe um fator mais ou igualmente importante na decisão de abrir a(s) janela(s) do que a intensidade do odor sentida no compartimento onde os inquiridos desempenham as suas tarefas. A Figura 4.29 indica que existem mais pessoas a considerar ‘extremamente importante’ a temperatura na decisão de abrir a(s) janela(s) no verão e renovar o ar em termos de poluentes existente e/ou odor no inverno. Note-se que é no verão que as pessoas se encontram mais desconfortáveis no que diz respeito ao conforto térmico e, por isso, é natural que a temperatura existente no interior do compartimento seja um dos fatores mais decisivos na decisão de abrir a(s) janela(s) no verão uma vez que 74,5% não têm acesso a ar condicionado e 44,8% não têm ventoinha (cf. Tabela 4.6).

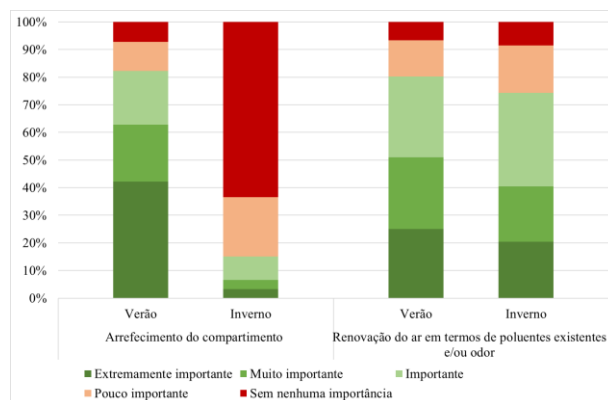


Figura 4.29 - Importância de cada factor na decisão de abrir a(s) janela(s) do compartimento.

De uma maneira geral, verifica-se que a manutenção da temperatura interior e o ruído exterior são os dois fatores que mais influenciam a não abertura das janelas nas duas estações do ano representativas, sendo que o primeiro fator tem maior peso.

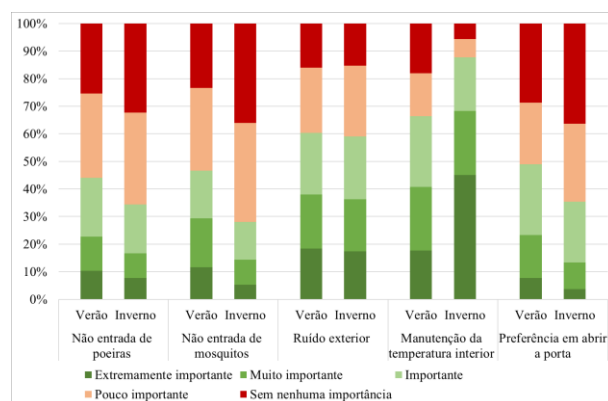


Figura 4.30 - Importância de cada factor na decisão de manter a(s) janela(s) do compartimento fechada(s).

Iluminação

No que diz respeito ao ambiente luminoso natural, verifica-se que mais de metade dos respondentes considera que o ambiente luminoso natural é ‘ligeiramente claro’ durante todo o ano.

No inverno existe maior percentagem de pessoas ‘confortáveis’ com a iluminação natural presente no compartimento e na secretária, sendo esta última a que reúne maior expressão, 32% (cf. Figura 4.31). Contudo, também existe uma maior percentagem de pessoas que manifesta que no inverno a iluminação natural é ‘ligeiramente escura’.

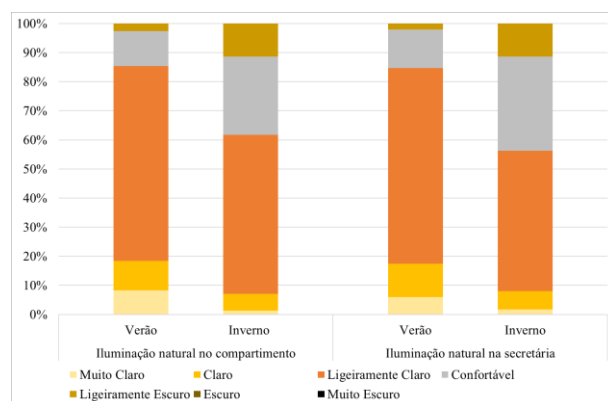


Figura 4.31 - Nível de iluminação no compartimento e na secretária.

A partir da Figura 4.32 verifica-se que não existe um padrão de percepção quanto ao ‘nível de iluminação natural no compartimento no verão’ para todos os edifícios. Em todos os edifícios alguém indicou que a iluminação era ‘ligeiramente clara’ no verão exceto o Edifício do refeitório e instalações de apoio ao pessoal. Constata-se também que em cinco edifícios ninguém indicou que se encontra confortável.

Analizando a Tabela 6.1 no Anexo B, não se verifica que nos edifícios mais recentes existe maior conforto visual e não existe um padrão quanto ao nível de iluminação natural no compartimento no verão e a orientação da fachada deste. Tal pode acontecer não só porque cada indivíduo tem as suas percepções, mas também por condicionantes físicas do *campus* do LNEC. Isto é, dada a presença de árvores de grandes dimensões presentes no *campus*, existem zonas onde o sombreamento dos edifícios causado por estas pode ter bastante influência na quantidade de luz natural que chega ao compartimento onde os respondentes desempenham as suas tarefas. Nesta análise cruzada não existem diferenças estatisticamente significativas ($\chi^2=58,174^a$; gl=64; p=0,682).

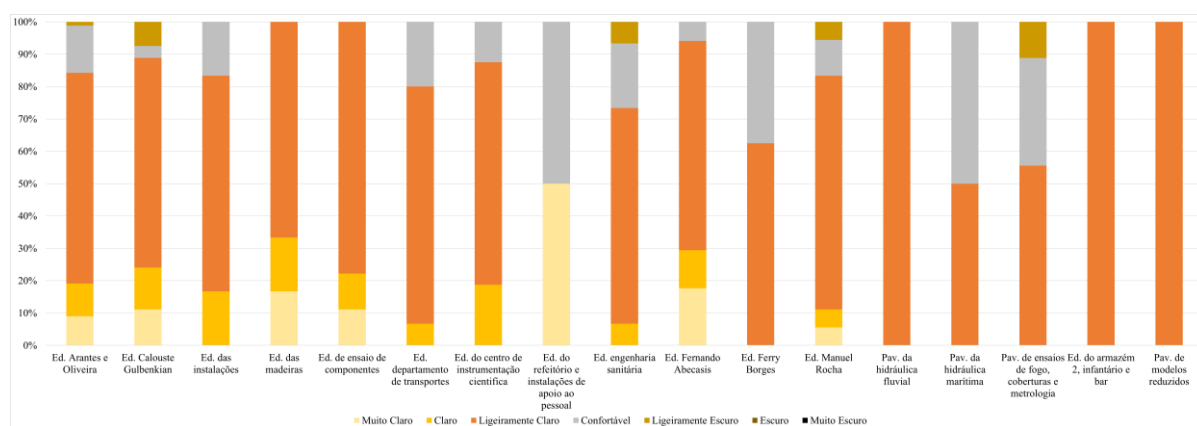


Figura 4.32 - Iluminação natural no compartimento no verão por edifício.

Comparativamente com a figura anterior, no inverno já se encontram pessoas confortáveis no Edifício de ensaio de componentes e deixam de existir respondentes confortáveis no Pavilhão da hidráulica marítima. Aplicando o teste do qui-quadrado de Pearson constata-se que não há uma associação estatisticamente significativa ($\chi^2=39,714^a$; gl=64; p=0,993).

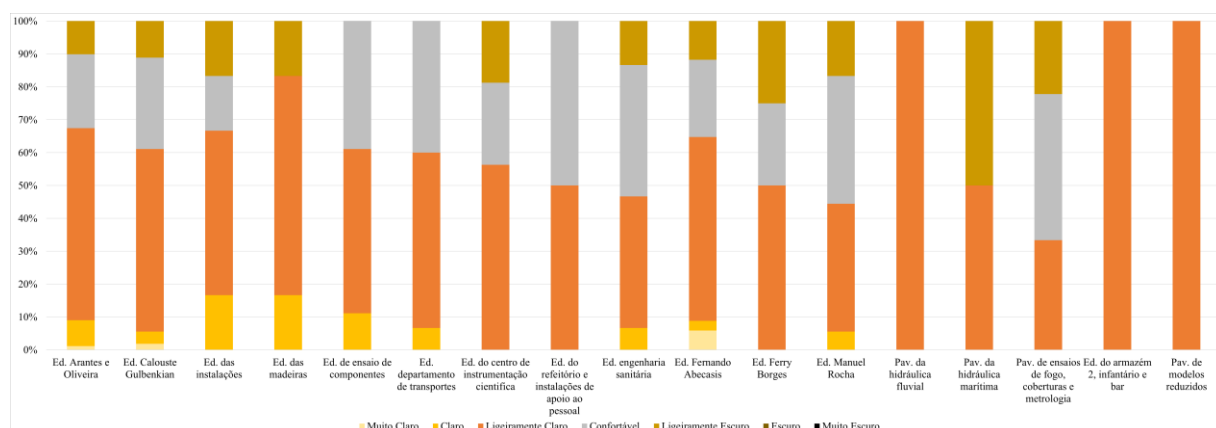


Figura 4.33 - Iluminação natural no compartimento no inverno por edifício.

A Figura 4.34 revela que em cinco edifícios ninguém indicou que se encontra confortável. Estes não são todos aqueles que também não se encontram confortáveis com a iluminação natural no compartimento. Nesta análise cruzada não existem diferenças estatisticamente significativas ($\chi^2=70,600^a$; gl=64; p=0,267).

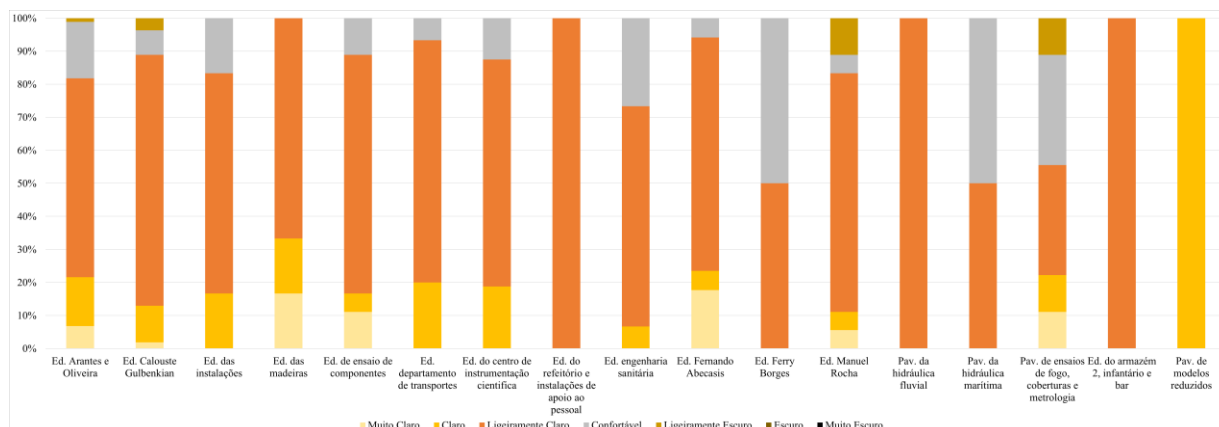


Figura 4.34 - Iluminação natural na secretária no verão por edifício.

Novamente houve edifícios onde ninguém indicou que se encontra confortável com a iluminação natural na secretaria no inverno. O teste qui-quadrado de Pearson mostra que não existem diferenças estatisticamente significativas ($\chi^2=44,370^a$; gl=64; p=0,971).

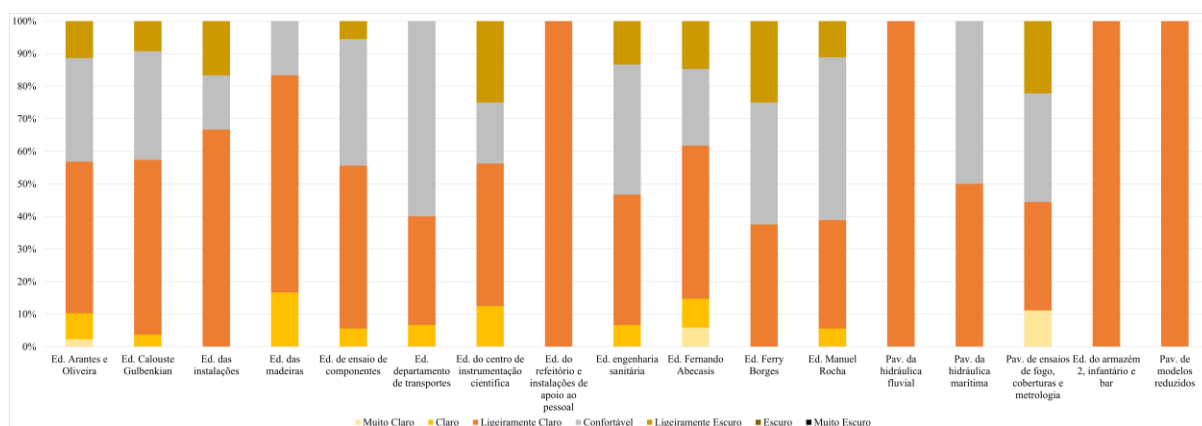


Figura 4.35 - Iluminação natural na secretária no inverno por edifício.

Quando os ocupantes do LNEC identificam com que frequência utilizam iluminação artificial no compartimento onde desempenham as suas tarefas verifica-se que 71,4% dos respondentes liga 'sempre/quase sempre' a luz artificial no inverno e apenas 2,0% 'nunca/quase nunca' ligam. No verão, 34,0% ligam 'sempre/quase sempre' e 29,0% 'nunca/quase nunca' ligam a iluminação artificial.

Tabela 4.8 - Frequência com que a iluminação artificial é utilizada.

		Verão		Inverno	
		n	%	n	%
Frequência com que utiliza iluminação artificial	Sempre/Quase sempre (4 a 5 dias/semana)	101	34,0	212	71,4
	Com frequência (2 a 3 dias/semana)	47	15,8	67	22,6
	Com pouca frequência (1 dia/semana)	63	21,2	12	4,0
	Nunca/Quase nunca (meio dia/semana)	86	29,0	6	2,0
Total		297	100,0	297	100,0
Omisso		13	-	13	-

O cruzamento entre a 'frequência com que a iluminação artificial é utilizada no verão' e o 'edifício' revela que não existe um padrão de resposta aplicável a todos os edifícios embora se possa afirmar que de um modo geral em todos os edifícios existem ocupantes que utilizam 'sempre/quase sempre' a iluminação artificial com exceção do Pavilhão da hidráulica fluvial e o Pavilhão de modelos reduzidos.

O teste qui-quadrado de Pearson mostra que existem diferenças estatisticamente significativas ($\chi^2=91,157^a$; gl=48; p=0,000).

Através da Tabela 6.1 presente no Anexo B e analisando a Figura 4.36, não se verifica um padrão quanto à frequência com que a iluminação artificial é utilizada no compartimento no verão e a orientação da fachada deste. Como tem vindo a ser referido, o sombreamento causado por árvores e o comportamento e preferências de cada indivíduo pode conduzir a este resultado. Os dispositivos de sombreamento solar também podem ter influência.

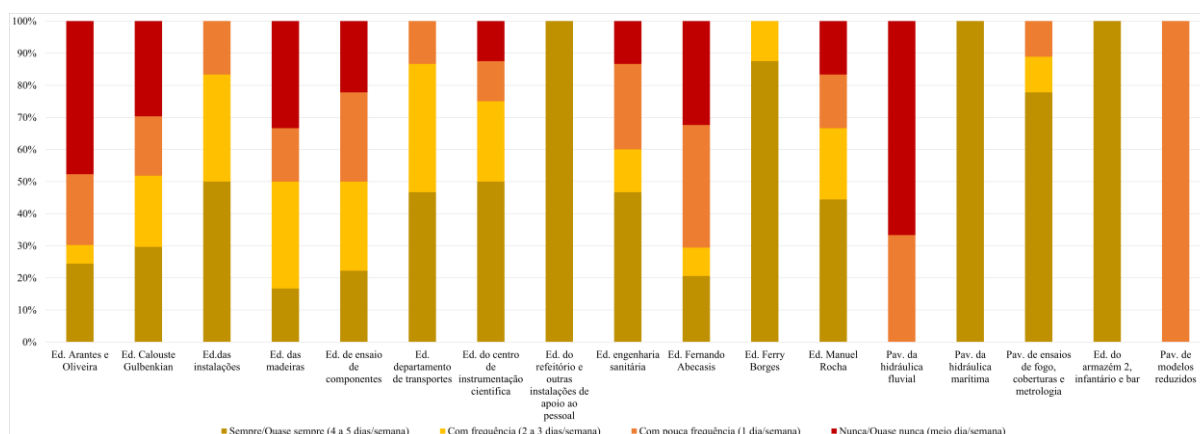


Figura 4.36 - Frequência com que a iluminação artificial é utilizada no verão por edifício.

Comparando com a figura anterior, em todos os edifícios existem maiores percentagens de pessoas que utilizam ‘sempre/quase sempre’ iluminação artificial no inverno em todos os edifícios. Verifica-se que não existe uma associação estatisticamente significativa através do teste qui-quadrado de Pearson ($\chi^2=29,315^a$; gl=48; p=0,985).

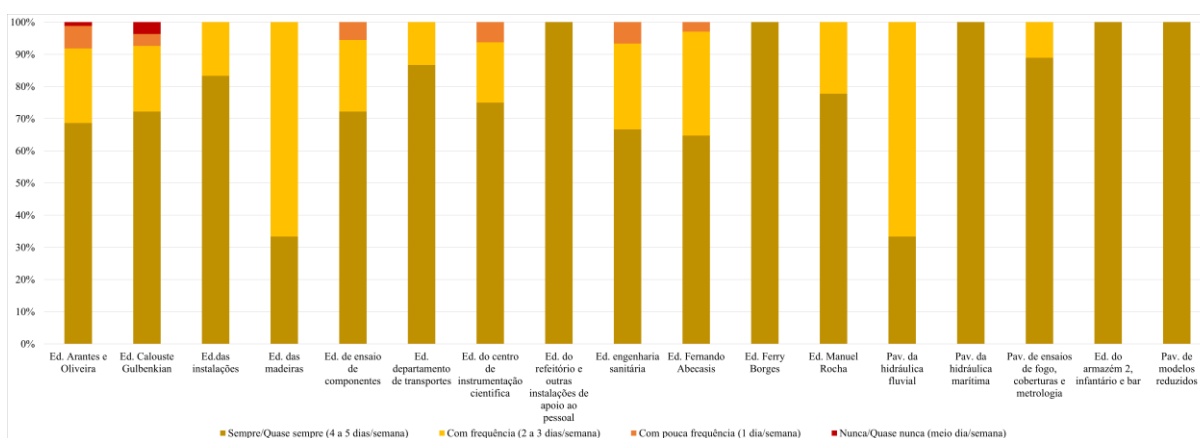


Figura 4.37 - Frequência com que a iluminação artificial é utilizada no inverno por edifício.

Existem mais pessoas satisfeitas quanto à iluminação no inverno do que no verão. Contudo, 49% não expressou o grau da sua satisfação no verão e 56% no inverno, pois selecionaram a opção neutro (cf. Figura 4.38 e Figura 4.39).

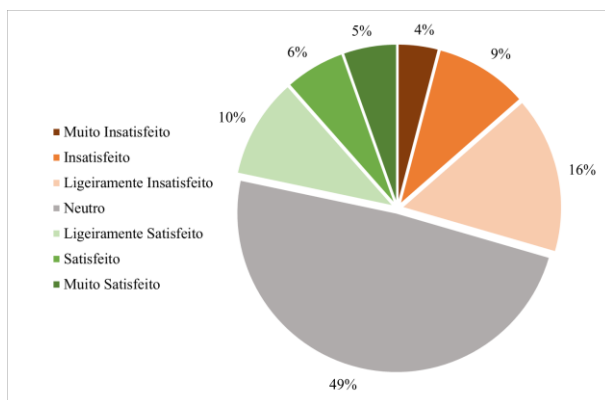


Figura 4.38 - Satisfação com a iluminação no verão.

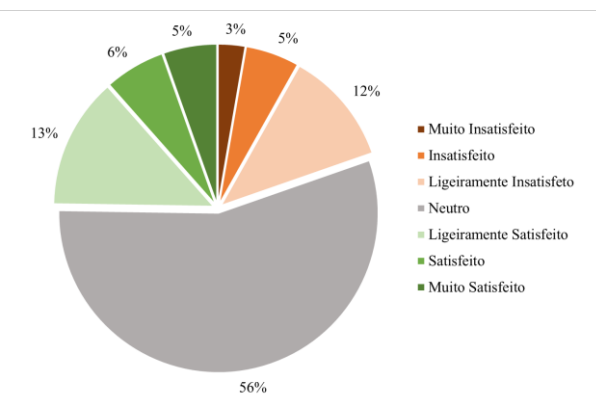


Figura 4.39 - Satisfação com a iluminação no inverno.

O cruzamento entre a 'satisfação com a iluminação no verão' e o 'edifício' revela que não existe um padrão de resposta aplicável a todos os edifícios. Embora os respondentes tenham identificado a sua satisfação como 'neutro' no Edifício das instalações e nos pavilhões de hidráulica, existe a apreciação destes quanto à luz natural presente no compartimento e na secretária. O teste qui-quadrado de Pearson mostra que não existem diferenças estatisticamente significativas ($\chi^2=96,785^a$; gl=96; p=0,458).

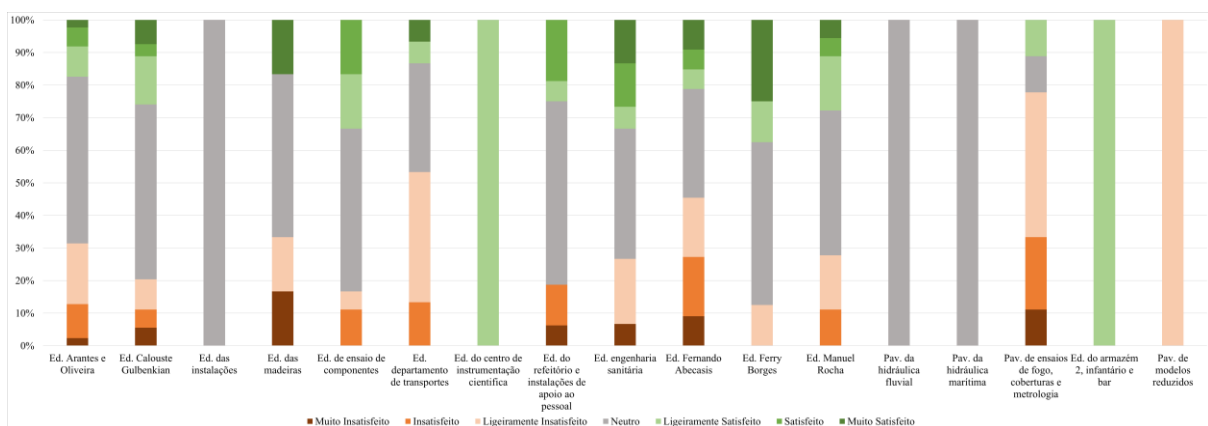


Figura 4.40 - Satisfação com a iluminação no verão por edifício.

No inverno existe uma impressão pouco positiva no Edifício das instalações e no pavilhão de modelos reduzidos, quando comparado com os resultados obtidos no verão. Contudo, não existem muitas diferenças entre a satisfação com o conforto visual no verão e no inverno. Entre estas duas variáveis não há uma associação estatisticamente significativa ($\chi^2=91,488^a$; gl=96; p=0,611).

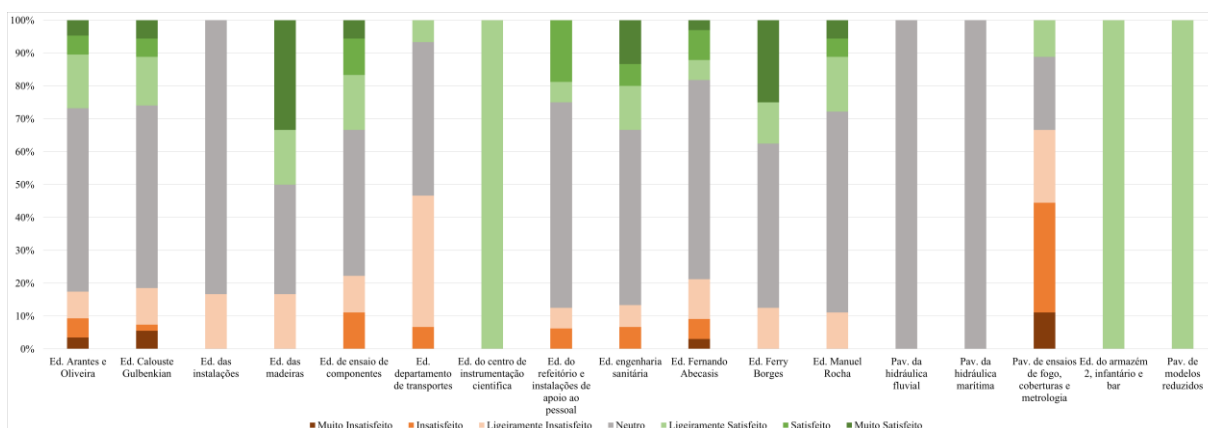


Figura 4.41 - Satisfação com a iluminação no inverno por edifício.

Ruído

O ruído pode ter diversas fontes. Assim, de todos os fatores apresentados, importa salientar que o ruído do exterior dos edifícios é a fonte que os ocupantes do LNEC consideram mais importante, seguido do ruído proveniente dos equipamentos (cf. Figura 4.44). Mais de metade dos respondentes considera que o ruído das pessoas no interior do compartimento não tem nenhuma importância. Contudo, há que destacar que 62,3% dos respondentes trabalha num compartimento individual (cf. Tabela 4.3).

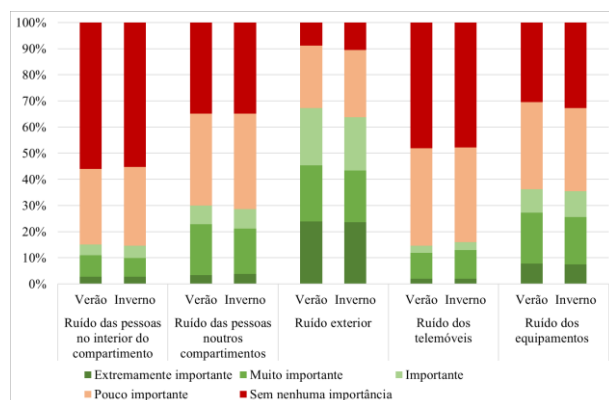


Figura 4.42 - Importância de cada fator para o ruído.

Ao analisar a satisfação quanto ao ruído constata-se os respondentes não consideram que existe grande diferença entre o verão e o inverno. Note-se que apenas uma pequena parte das pessoas estão satisfeitas com o ruído de acordo com a Figura 4.43 e a Figura 4.44.

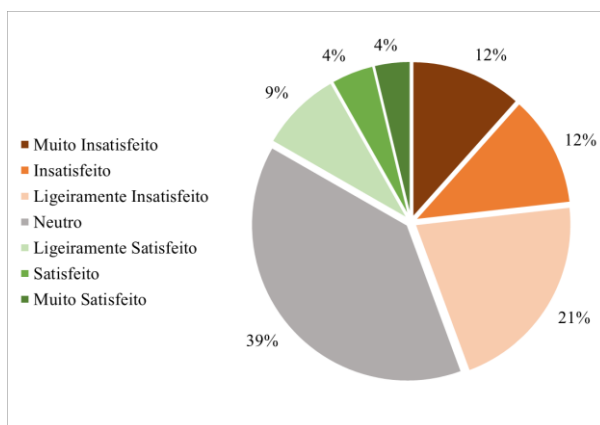


Figura 4.43 - Satisfação com o ruído no verão.

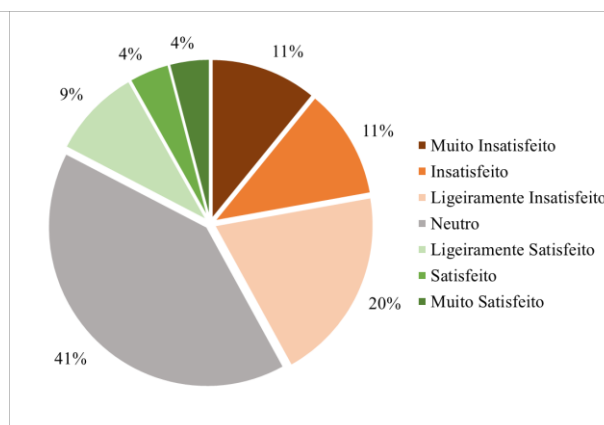
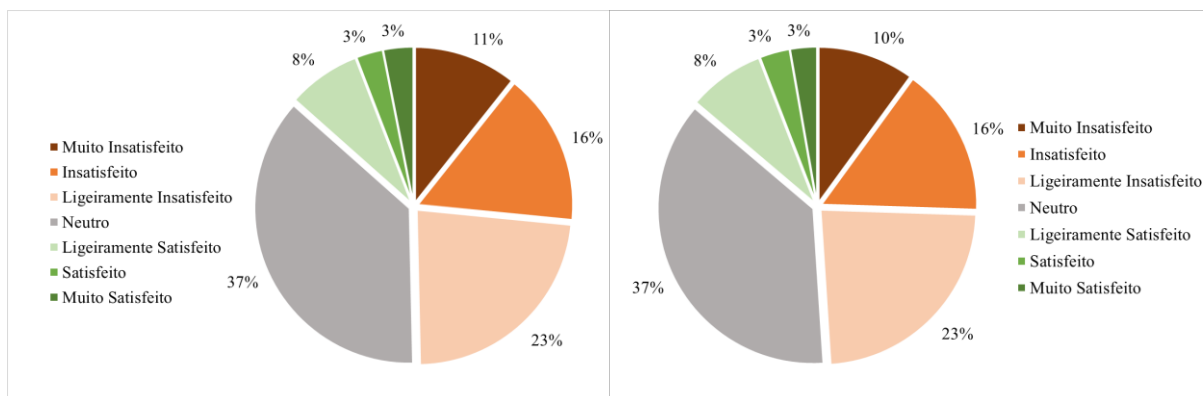


Figura 4.44 - Satisfação com o ruído no inverno.

Quanto ao isolamento acústico, verifica-se também que não existem grandes diferenças entre a satisfação sentida no verão e no inverno. Porém, existe uma maior percentagem de pessoas insatisfeitas comparativamente à satisfação com o ruído, indo ao encontro do fator que os respondentes consideram mais importante (cf. Figura 4.44).



No verão não existe um padrão de respostas quanto à satisfação com o isolamento acústico e em seis edifícios não existe indicação de satisfação positiva por parte dos respondentes. Analisando a Tabela 6.2 no Anexo B, não se verifica que nos edifícios mais recentes (1993-2006) existe maior satisfação com o isolamento acústico. No cruzamento da 'satisfação' com o 'edifício' verifica-se que não há uma associação estatisticamente significativa ($\chi^2=103,042^a$; gl=96; p=0,293).

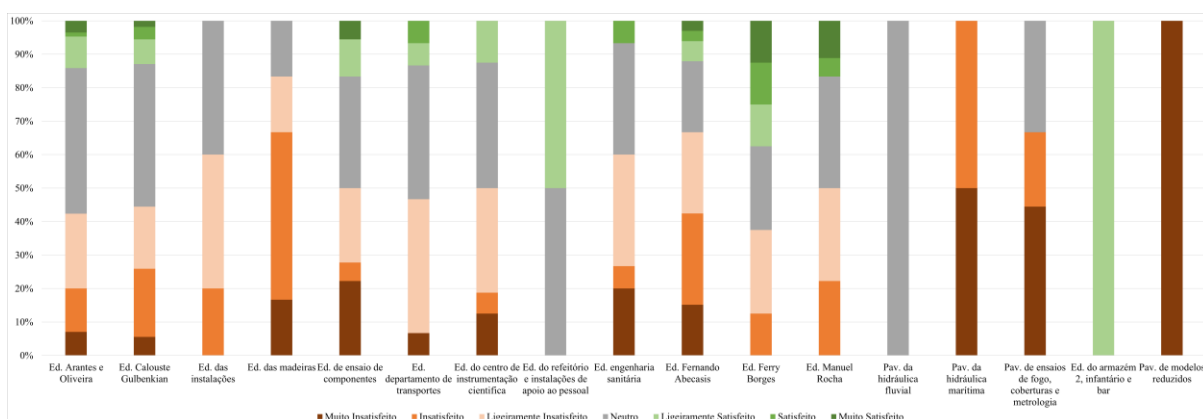


Figura 4.47 - Satisfação com o isolamento acústico no verão por edifício.

Quanto ao inverno novamente não existem diferenças estatisticamente significativas ($\chi^2=116,546^a$; gl=96; p=0,076) e não existem muitas alterações comparativamente à Figura 4.47. Note-se que não existe caracterização da satisfação no Pavilhão da hidráulica fluvial nas duas estações do ano.

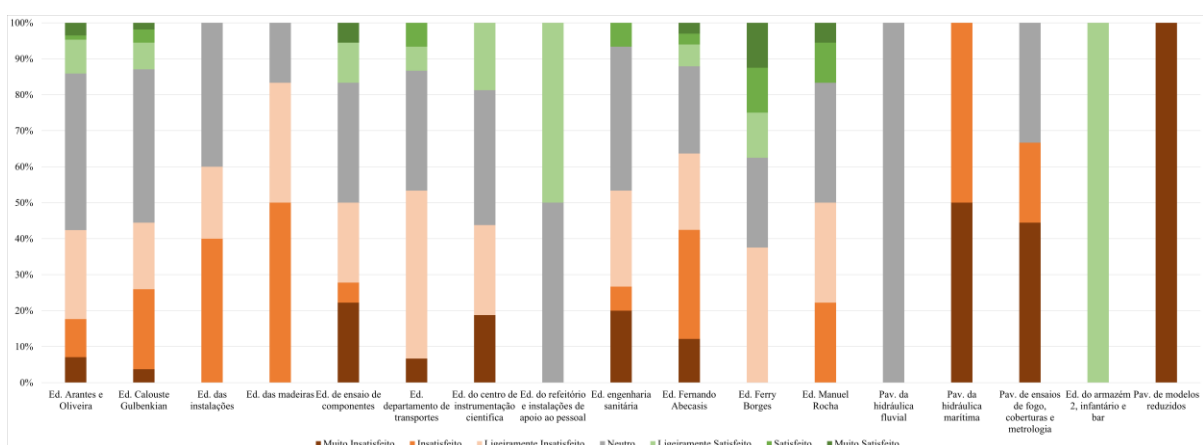


Figura 4.48 - Satisfação com o isolamento acústico no inverno por edifício.

No cruzamento da ‘satisfação com o ruído’ com o ‘edifício’ verifica-se que não há uma associação estatisticamente significativa ($\chi^2=110,038^a$; gl=96; p=0,155). Note-se que em seis edifícios só existe insatisfação e/ou respostas que indicam ‘neutro’ (cf. Figura 4.53).

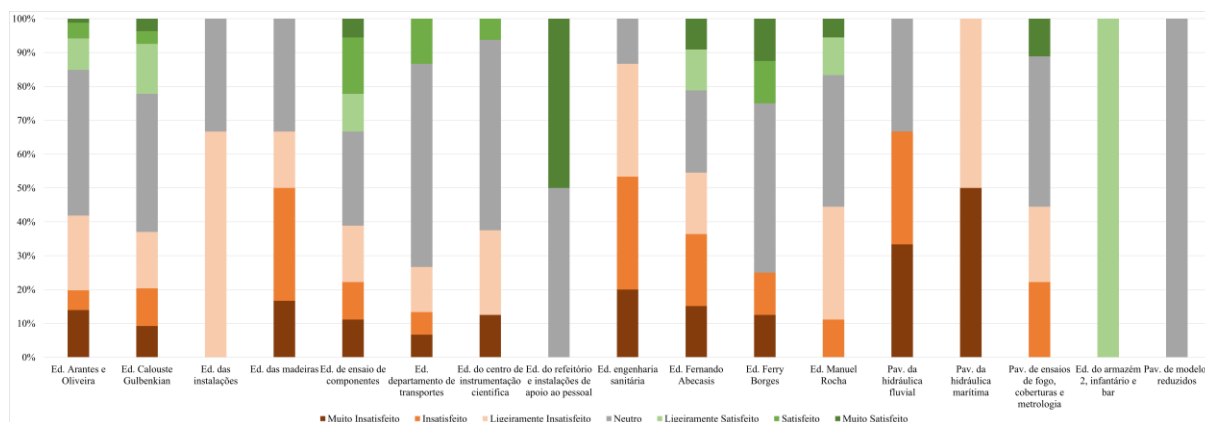


Figura 4.49 - Satisfação com o ruído no verão por edifício.

No inverno o Edifício de engenharia sanitária passa a ter respondentes que se consideram ‘ligeiramente satisfeitos’ com o ruído. De novo, não existem diferenças estatisticamente significativas ($\chi^2=103,643^a$; gl=96; p=0,279).

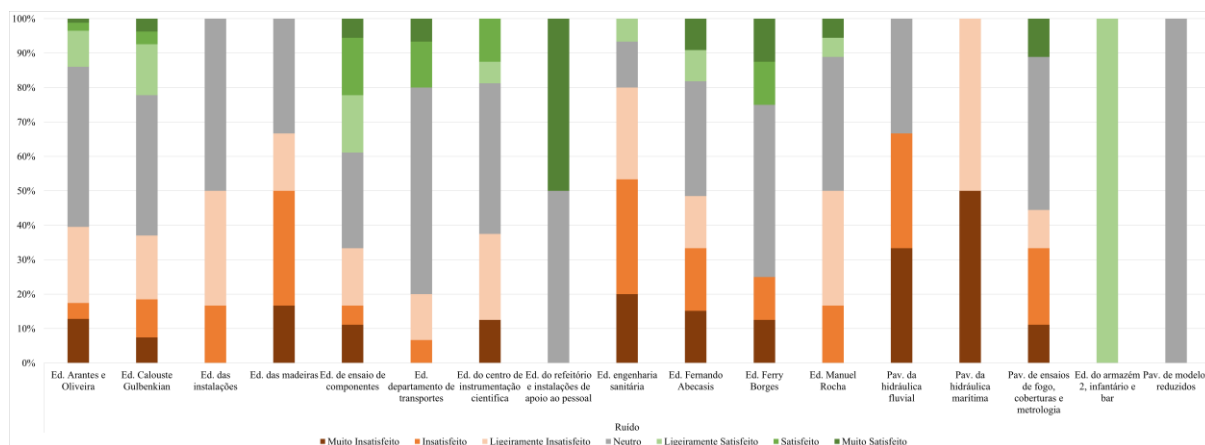


Figura 4.50 - Satisfação com o ruído no inverno por edifício.

Disposição do compartimento

Quanto à classificação da vista para o exterior na generalidade do *campus*, importa salientar que mais de metade dos respondentes classifica-a positivamente, isto é, 45% considera-a ‘interessante’ e 14% ‘muito interessante’. Contudo, 16% considera-a desinteressante.

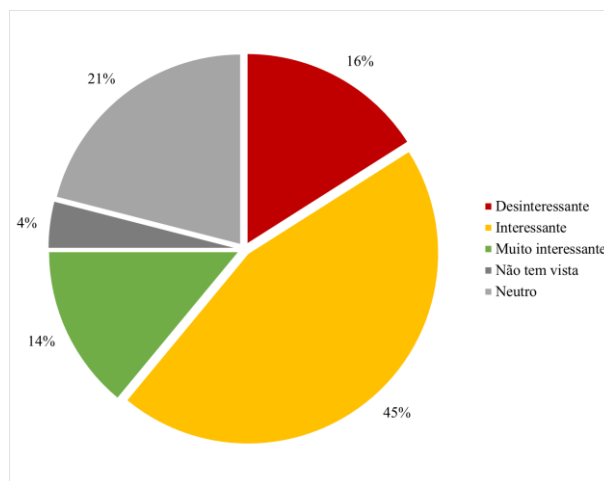


Figura 4.51 - Classificação da vista para o exterior.

Quando analisada a classificação que os respondentes deram à vista do compartimento onde trabalham, verifica-se que no Edifício de Componentes, no Edifício do refeitório e outras instalações de apoio ao pessoal, no Edifício Ferry Borges e no Pavilhão de modelos ninguém considera que a vista é desinteressante. O Pavilhão de ensaios de fogo, coberturas e metrologia é o edifício que apresenta maior percentagem de pessoas que consideram a vista desinteressante. O teste qui-quadrado de Pearson mostra que existem diferenças estatisticamente significativas ($\chi^2=92,617^a$; gl=64; p=0,011).

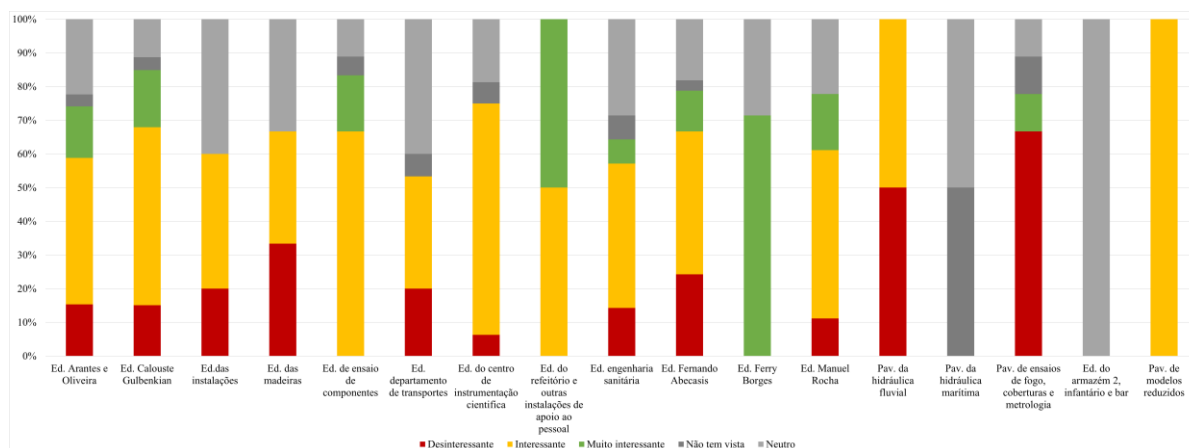


Figura 4.52 – Classificação da vista para o exterior por edifício.

Analisando a satisfação com o espaço para trabalhar e guardar os seus pertences, com a privacidade e com a facilidade de interação com os outros colegas, conclui-se que destes três parâmetros onde existe maior percentagem de satisfação é na ‘facilidade de interação com os outros colegas’ e menor com a ‘privacidade’ (cf. Figura 4.53). Porém, de um modo geral, mais de metade dos respondentes encontra-se satisfeito nestes três parâmetros. Esta análise pressupõe a agregação das várias possibilidades de respostas da escala em apenas satisfeito, neutro e insatisfeito.

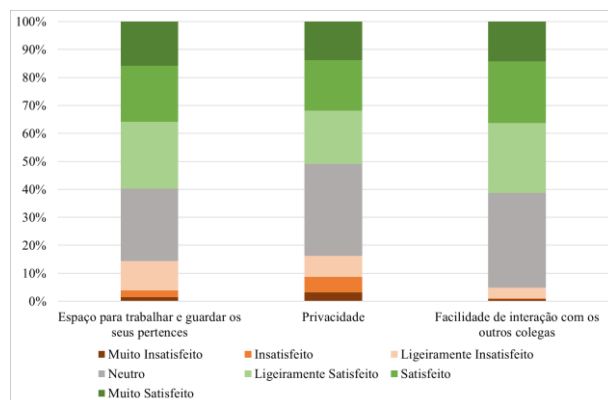


Figura 4.53 - Satisfação com o espaço para trabalhar e guardar os seus pertences, com a privacidade e com a facilidade de interação com os outros colegas.

Não existem diferenças estatisticamente significativas ($\chi^2=1,772^a$; gl=6; p=0,939) na análise cruzada ‘satisfação com o espaço para trabalhar e guardar os seus pertences’ e ‘edifício’. O Pavilhão de ensaios de fogo, coberturas e metrologia é onde existe maior insatisfação por parte dos inquiridos. O Edifício de engenharia a sanitária e o Edifício Ferry Borges são dois dos edifícios mais recentes e são também os que apresentam maior satisfação com o espaço para trabalhar e guardar os seus pertences.

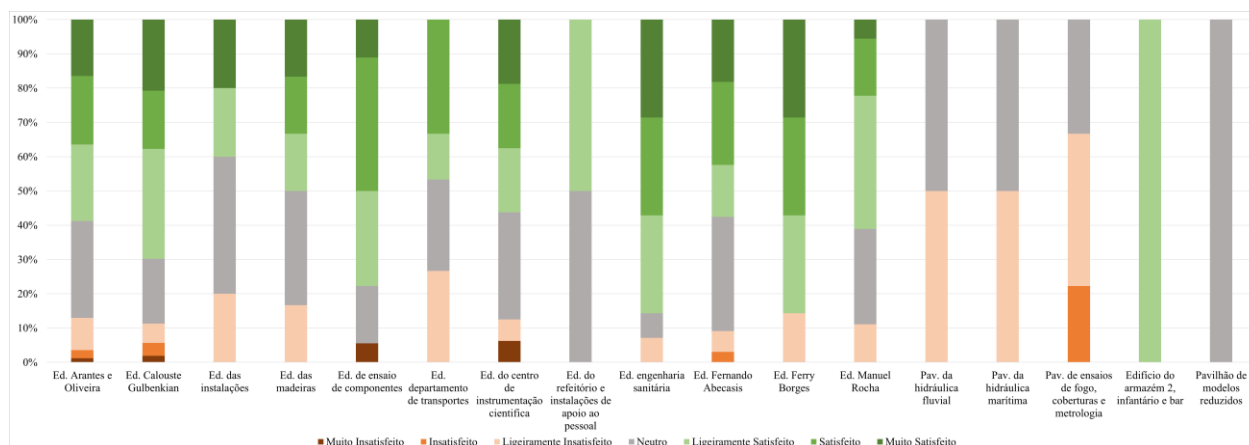


Figura 4.54 - Satisfação com o espaço para trabalhar e guardar os seus pertences por edifício.

Na Figura 4.55 não se verifica um padrão quanto ao nível de satisfação. Porém, no Edifício Fernando Abecasis é onde trabalham os ocupantes mais satisfeitos do LNEC quanto à privacidade. Aplicando os testes estatísticos, não se confirma que existam diferenças estatisticamente significativas ($\chi^2=8,179^a$; gl=6; p=0,225).

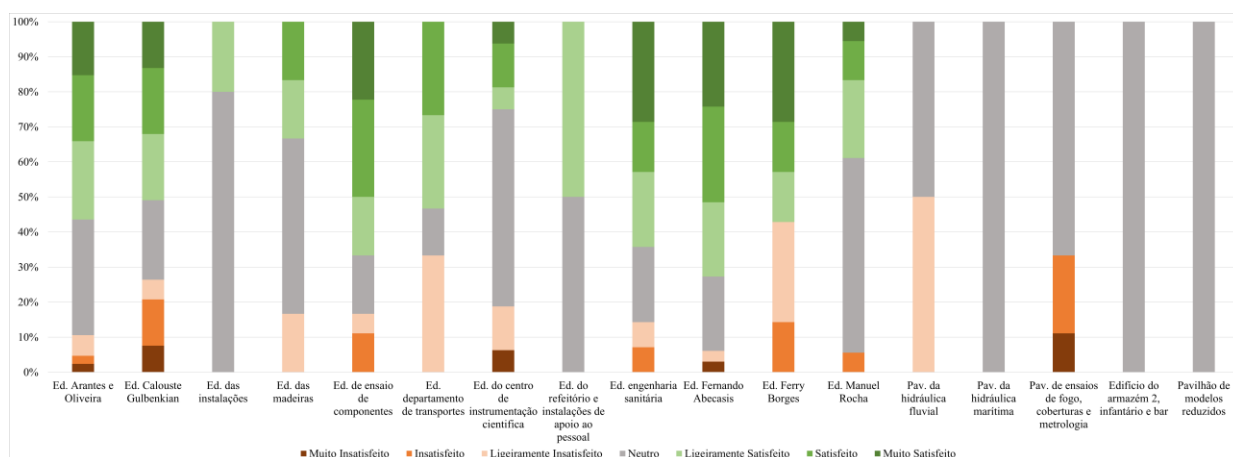


Figura 4.55 - Satisfação com a privacidade por edifício.

Quando analisada a satisfação com a facilidade de interação com os outros colegas nota-se que são poucos os edifícios onde existe insatisfação. No Edifício de ensaio de componentes existe a maior percentagem de pessoas ‘muito satisfeitas’. O teste qui-quadrado de Pearson mostra que não existem diferenças estatisticamente significativas ($\chi^2=6,055^a$; gl=6; p=0,417).

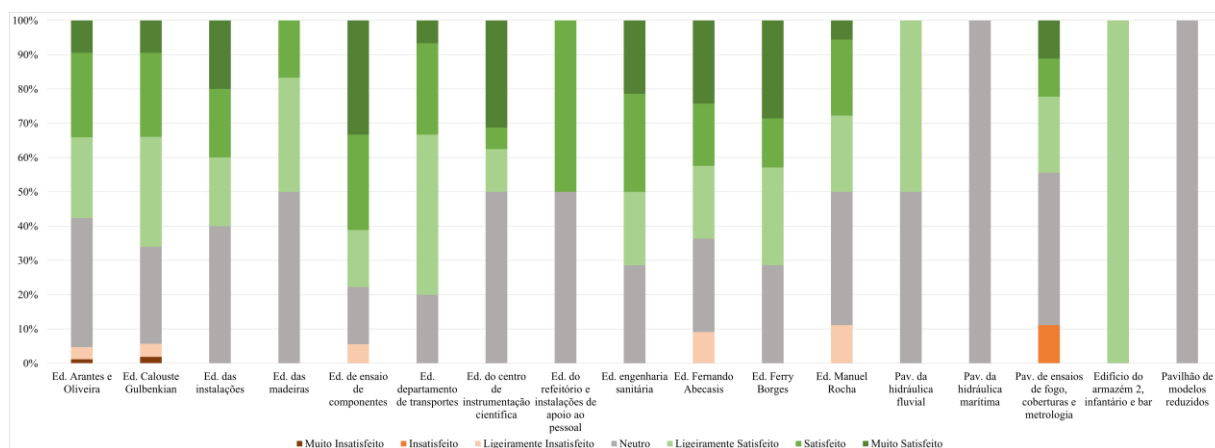


Figura 4.56 - Satisfação com a facilidade de interação com os outros colegas por edifício.

Mobiliário e decoração do compartimento

Existem mais pessoas insatisfeitas com o ‘conforto do mobiliário’ do que satisfeitas enquanto que na ‘capacidade de ajustamento do mobiliário’ e na ‘cor e textura dos elementos’ existem mais pessoas satisfeitas do que insatisfeitas (cf. Figura 4.57).

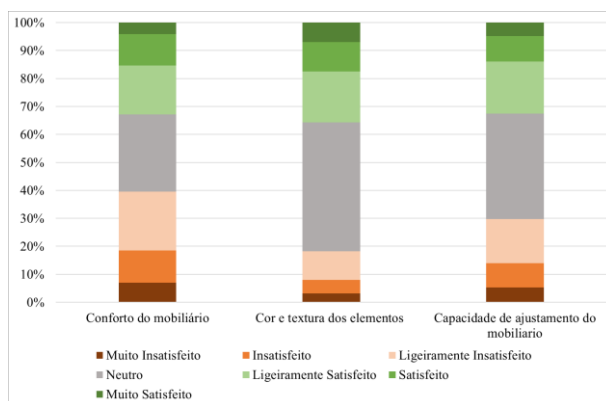


Figura 4.57 - Satisfação com o conforto do mobiliário, cor e textura dos elementos e capacidade de ajustamento do mobiliário.

Não existe uma associação estatisticamente significativa entre as variáveis ($\chi^2=87,669^a$; gl=96; p=0,716) ‘satisfação com o conforto mobiliário’ e ‘edifício’. No Pavilhão da hidráulica fluvial existe a maior percentagem de pessoas insatisfeitas (cf. Figura 4.58).

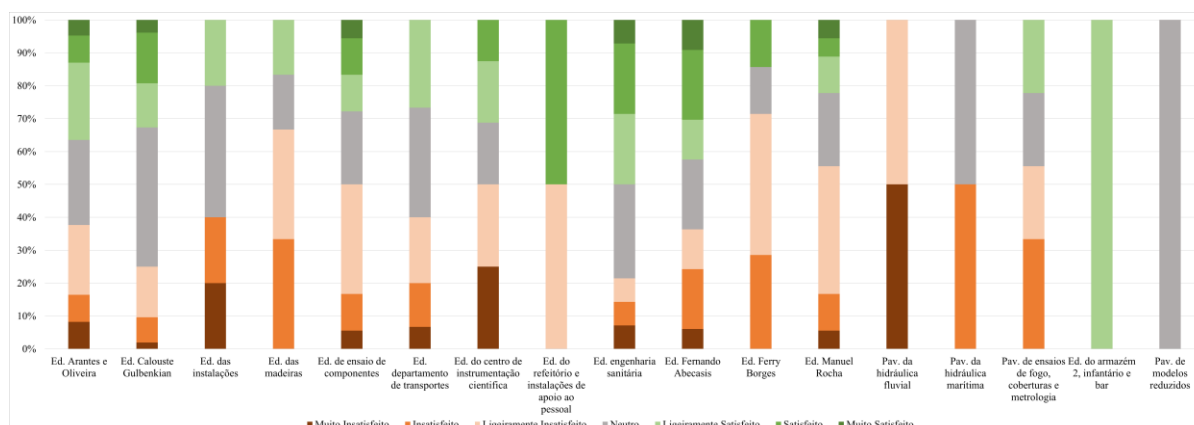


Figura 4.58 - Satisfação com o conforto mobiliário por edifício.

Quando analisada a satisfação com a cor e textura dos elementos verifica-se que não existe um padrão nas respostas recolhidas. Os respondentes do Edifício das instalações e do Pavilhão da hidráulica marítima classificaram a sua satisfação como ‘neutra’. O teste qui-quadrado de Pearson mostra que existem diferenças estatisticamente significativas ($\chi^2=129,204^a$; gl=96; p=0,013).

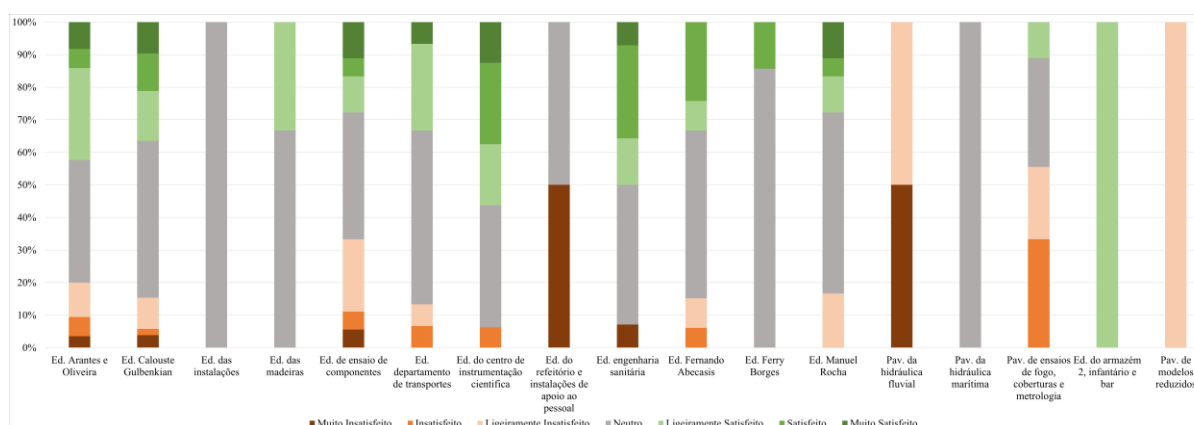


Figura 4.59 - Satisfação com a cor e textura dos elementos por edifício.

A satisfação com o ajustamento do mobiliário por edifício revela que não existe um padrão nas respostas. Em cinco edifícios não existe indicação de satisfação positiva por parte dos respondentes no cruzamento da ‘satisfação’ com o ‘edifício’. Não existe uma associação estatisticamente significativa ($\chi^2=110,272^a$; gl=96; p=0,151).

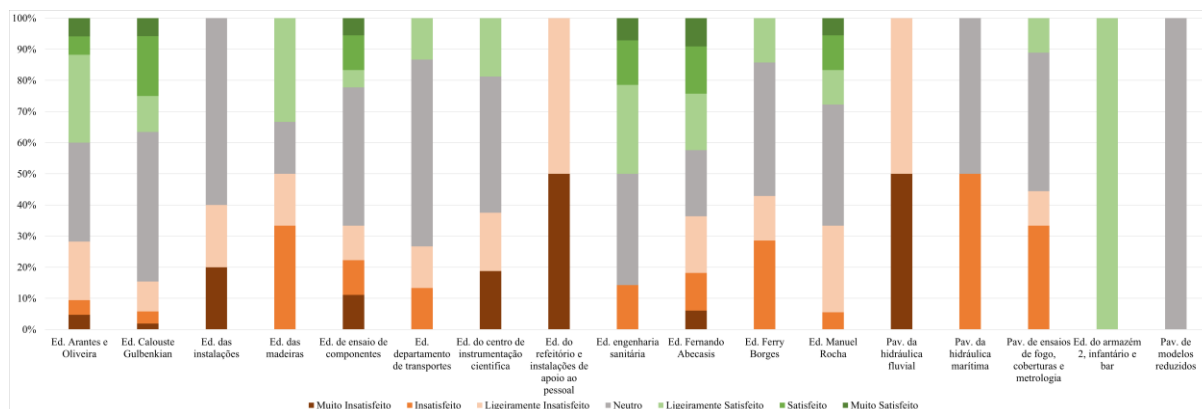


Figura 4.60 - Satisfação com o ajustamento do mobiliário por edifício.

Limpeza e manutenção

Mais de metade dos respondentes não está satisfeito com a ‘manutenção do edifício’ onde trabalha (cf. Figura 4.61). Comparando as respostas obtidas do grau de satisfação com a limpeza do edifício e do compartimento’ constata-se que existem mais pessoas insatisfeitas com a ‘limpeza do compartimento’ (35% e 38% respetivamente) mas ao mesmo tempo existem mais pessoas satisfeitas também com a ‘limpeza do compartimento’, 34% face aos 33% da satisfação com a ‘limpeza do edifício’.

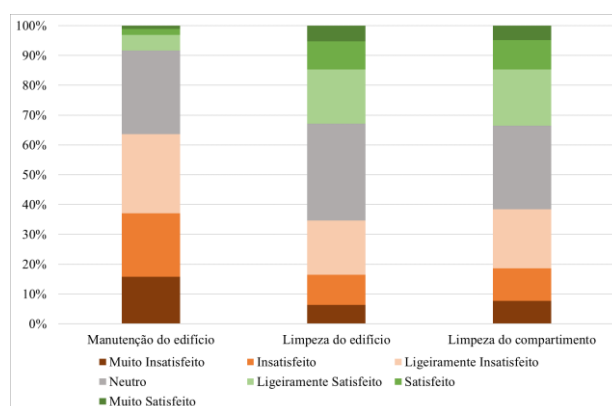


Figura 4.61 - Satisfação com a manutenção do edifício e com a limpeza do edifício e do compartimento.

Quando analisada a satisfação com a manutenção do edifício onde o respondente desempenha as suas tarefas verifica-se que não existe um padrão nas respostas recolhidas. Porém, é no Edifício de ensaio de componentes e no Edifício do armazém 2, infantário e bar que existe a maior percentagem de pessoas satisfeitas, ainda que ninguém destes tenha mencionado que se encontra ‘muito satisfeito’. Note-se que neste último edifício apenas uma pessoa respondeu ao questionário e que nenhum destes é um dos edifícios construídos mais recentemente. O teste qui-quadrado de Pearson mostra que existem diferenças estatisticamente significativas ($\chi^2=133,507^a$; gl=96; p=0,007).

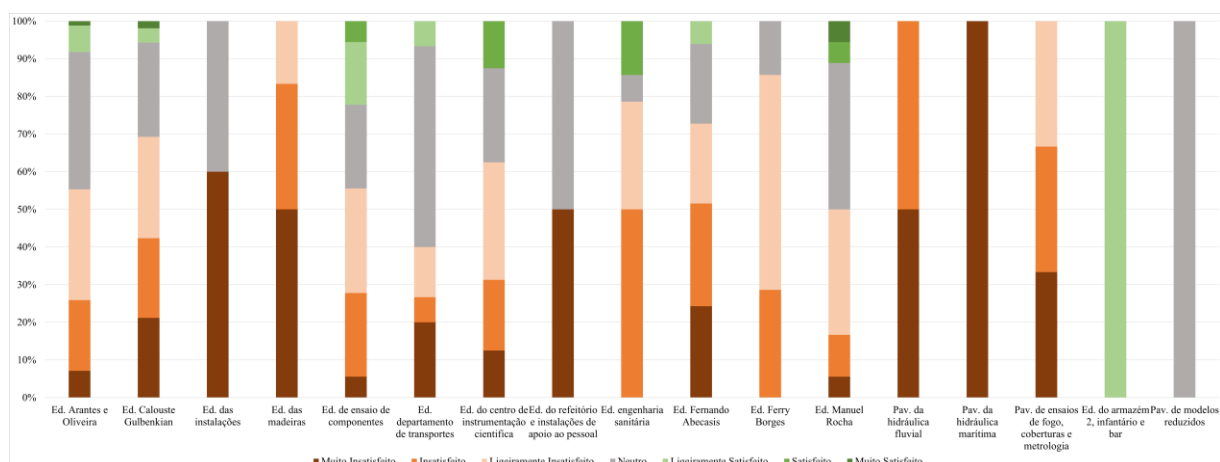


Figura 4.62 - Satisfação com a manutenção do edifício por edifício.

Nos pavilhões de hidráulica fluvial e marítima encontram-se os respondentes que estão mais insatisfeitos com a limpeza do edifício. Verifica-se que existem diferenças estatisticamente significativas no que respeita à satisfação com a limpeza do edifício por edifício ($\chi^2=144,889^a$; gl=96; p=0,001).

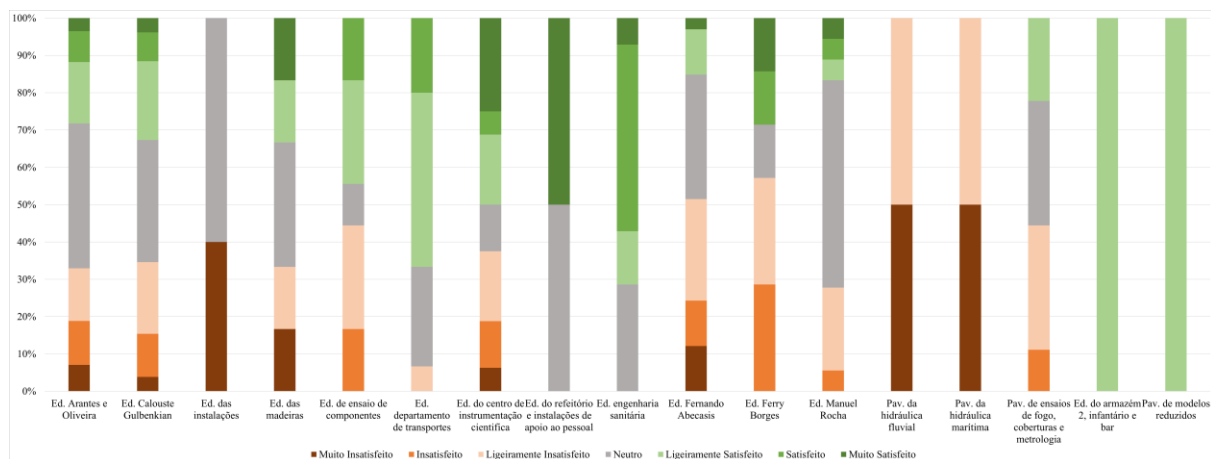


Figura 4.63 - Satisfação com a limpeza do edifício por edifício.

Comparativamente à figura anterior, destaca-se que no Edifício das instalações existem respondentes satisfeitos com a limpeza do compartimento onde trabalham e que no Pavilhão da hidráulica fluvial os respondentes encontram-se mais insatisfeitos, pois o grau de insatisfação aumentou de acordo com a escala disponibilizada. Novamente, existem diferenças estatisticamente significativas ($\chi^2=127,332^a$; gl=96; p=0,018).

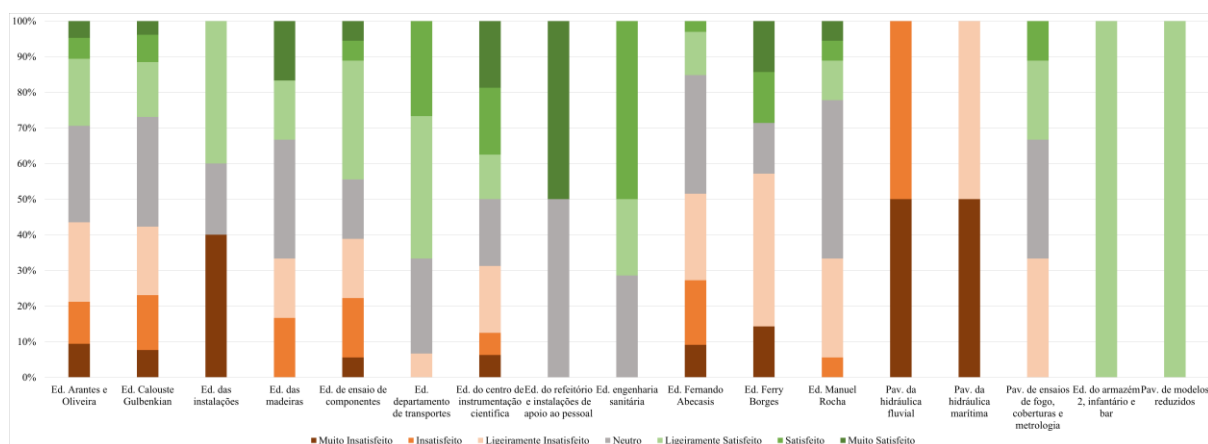


Figura 4.64 - Satisfação com a limpeza do compartimento onde trabalha por edifício.

Parâmetros de conforto

A maioria dos respondentes considera que o parâmetro de conforto mais importante é o ‘ambiente térmico’ tanto no verão (78%) como no inverno (71%), embora com maior expressão no verão. O parâmetro menos importante é o ‘mobiliário e decoração’, tendo a mesma percentagem no verão e no inverno (45%), seguido da ‘disposição do compartimento’.

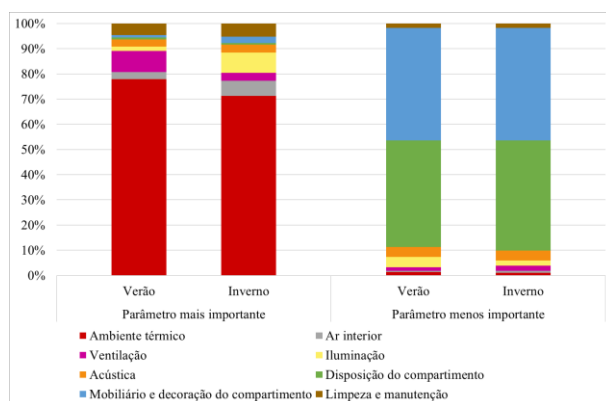


Figura 4.65 - Parâmetros mais e menos importantes.

De uma forma geral, em todos os edifícios pelo menos metade dos respondentes consideram o ‘ambiente térmico’ o parâmetro mais importante do conforto e bem-estar no verão. No Edifício das instalações, no Edifício do refectório e instalações de apoio ao pessoal e no Pavilhão da hidráulica fluvial existe uma percentagem de pessoas que considera a ‘limpeza e manutenção’ o parâmetro mais importante. Nesta tabulação cruzada não existem diferenças estatisticamente significativas ($\chi^2=102,146^a$; gl=112; p=0,737).

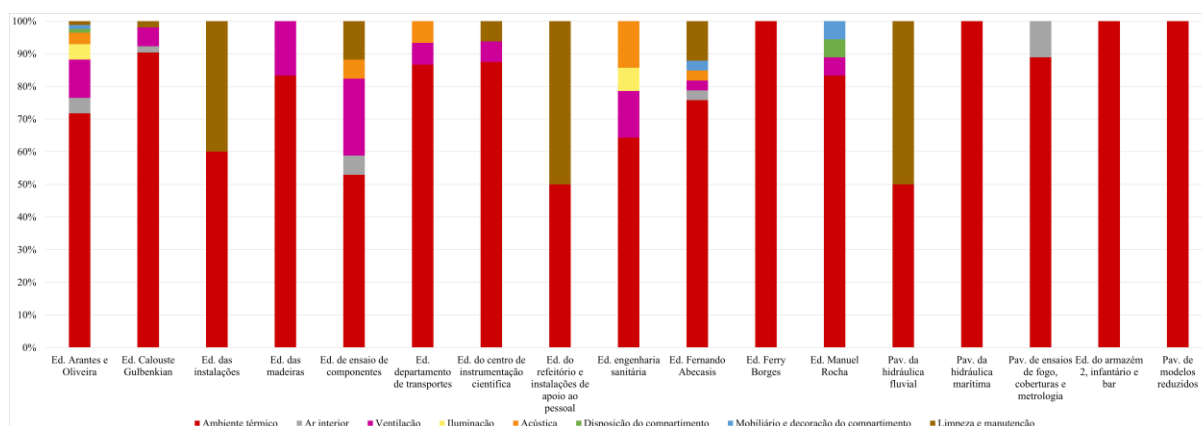


Figura 4.66 - Parâmetro mais importante no verão por edifício.

Repetidamente, em todos os edifícios a grande maioria dos respondentes consideram o ‘ambiente térmico’ o parâmetro mais importante do conforto e bem-estar no verão com exceção do Edifício do refeitório e instalações de apoio ao pessoal, pois a ventilação e a limpeza e manutenção são os parâmetros considerados mais importante. A análise estatística indica que não existe associação estatisticamente significativa entre as variáveis ($\chi^2=124,226^a$; gl=112; p=0,202).

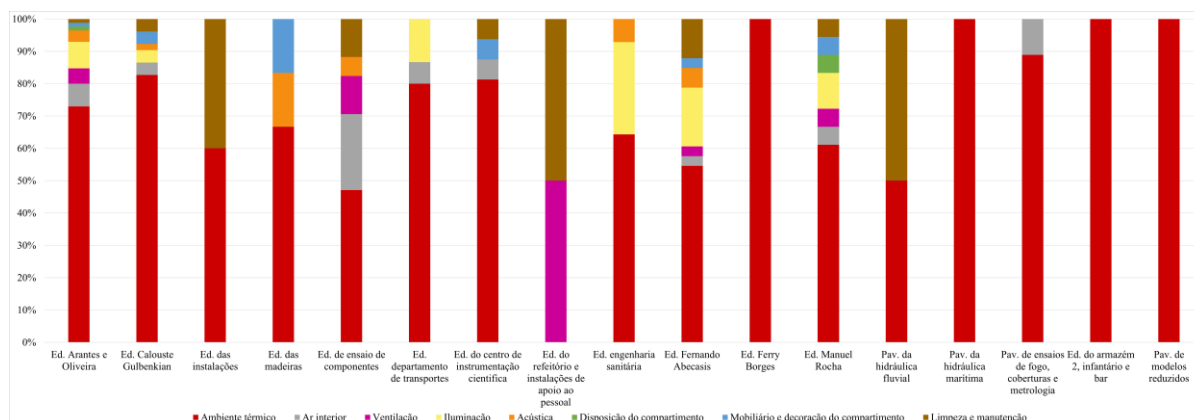


Figura 4.67 - Parâmetro mais importante no inverno por edifício.

A análise cruzada entre o ‘parâmetro menos importante no verão’ e ‘edifício’ não revela um padrão de escolha para todos os edifícios, pois para alguns edifícios verifica-se que a grande maioria dos respondentes considera que o ‘mobiliário e decoração do compartimento’ é o parâmetro menos importante e noutros a ‘disposição do compartimento’. O teste qui-quadrado de Pearson mostra que existem diferenças estatisticamente significativas ($\chi^2=82,196^a$; gl=112; p=0,984).

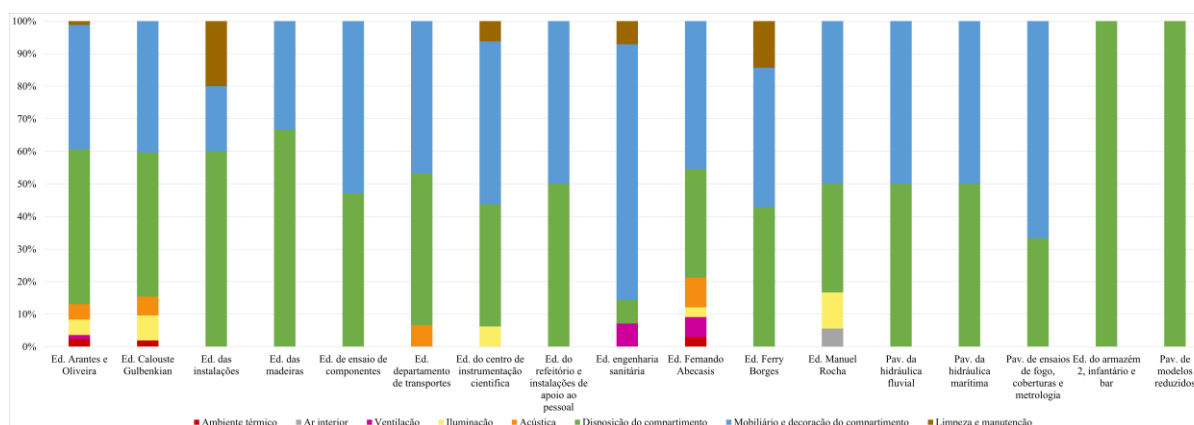


Figura 4.68 - Parâmetro menos importante no verão por edifício.

Não existindo diferenças estatisticamente significativas no cruzamento entre o ‘parâmetro menos importante no inverno’ e o ‘edifício’ ($\chi^2=90,310^a$; gl=112; p=0,934) de uma maneira geral volta a não acontecer um padrão de escolha.

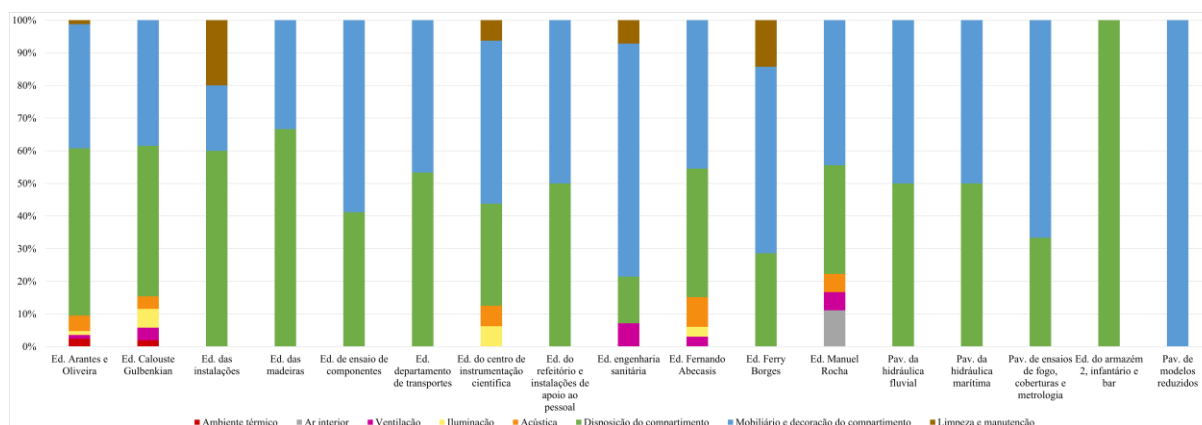


Figura 4.69 - Parâmetro menos importante no inverno por edifício.

Satisfação global

Quando se observa a Figura 4.70 verifica-se que uma maioria relativa dos respondentes encontra-se satisfeita com o local onde trabalham, apesar de na maioria dos parâmetros acima descritos existir mais insatisfação face à satisfação. Dos inquiridos, 3% encontra-se ‘muito satisfeito’ com as condições gerais de trabalho sendo que 2% encontra-se ‘muito insatisfeito’, os dois extremos da escala considerada.

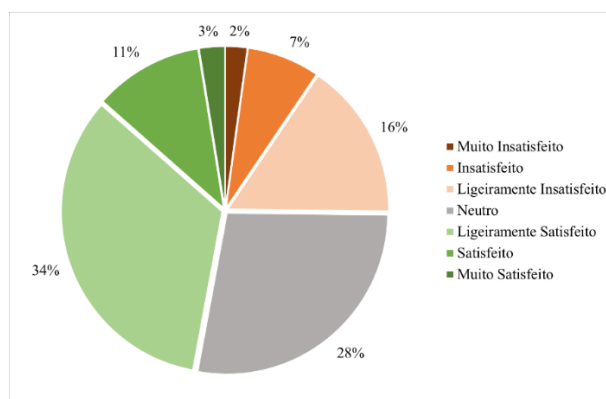


Figura 4.70 - Satisfação global.

O cruzamento entre a ‘satisfação global’ e o ‘edifício’ revela que o Pavilhão da hidráulica marítima é o edifício onde os respondentes estão mais insatisfeitos. De uma forma geral, nos pavilhões existem percentagens mais elevadas de pessoas que se encontram ‘insatisfeitas’ e ‘muito insatisfeitas’.

O Edifício do armazém 2, infantário e bar e o Edifício de engenharia sanitária são os que apresentam maior percentagem de satisfação embora no primeiro apenas uma pessoa tenha respondido. O teste qui-quadrado de Pearson mostra que existem diferenças estatisticamente significativas ($\chi^2=138,323^a$; gl=96; p=0,003).

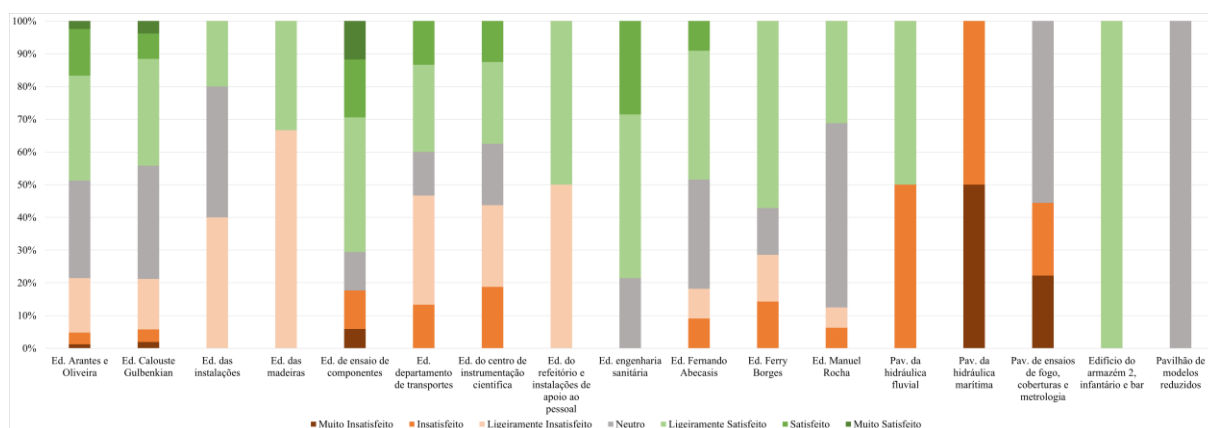


Figura 4.71 - Satisfação global por edifício.

A satisfação global dos ocupantes do LNEC com o local de trabalho indica que uma maioria relativa dos respondentes se encontra satisfeita apesar de em diversos parâmetros existir mais insatisfação do que satisfação com exceção da iluminação no inverno, do espaço para trabalhar e guardar os pertences, da privacidade, da facilidade de interação com os outros colegas, da capacidade de ajustamento do mobiliário e da cor e textura dos elementos.

A análise cruzada da sensação térmica sentida no compartimento e a orientação da fachada do mesmo permite verificar que a maior percentagem de pessoas que classifica como ‘muito quente’ o compartimento onde trabalha no verão são os ocupantes que se encontram a trabalhar a oeste, seguido das pessoas que se encontram a trabalhar numa fachada orientada a este de acordo com a Figura 4.72.

No inverno os respondentes que classificam como ‘muito frio’ o compartimento onde trabalham são as pessoas que se encontram num compartimento virado a norte. A maior percentagem de pessoas que classifica o seu compartimento como ‘confortável’ no verão são as que se encontram com o compartimento orientado a sul (16%) e no inverno a este e a sul com a mesma percentagem, 29%. Na cave a percentagem é de 100% uma vez que apenas um residente do LNEC se identificou como trabalhando na cave (cf. Tabela 4.2).

O teste qui-quadrado de Pearson mostra que não existem diferenças estatisticamente significativas no verão ($\chi^2=31,294^a$; gl=20; p=0,051) e no inverno ($\chi^2=22,308^a$; gl=20; p=0,324).

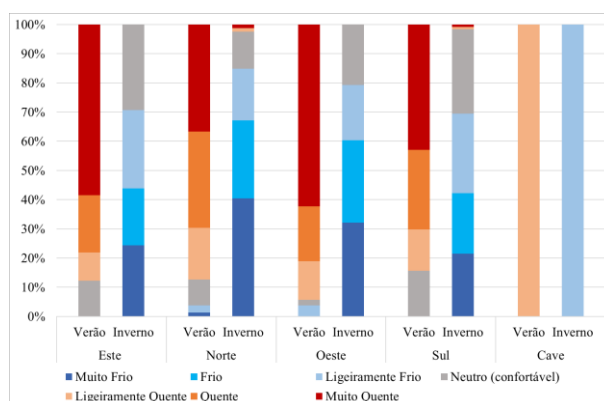


Figura 4.72 - Sensação térmica de acordo com a orientação da fachada do compartimento.

A análise cruzada da frequência da utilização do sombreamento solar com a sensação térmica realça que dos inquiridos que se identificaram como não tendo sombreamento solar no compartimento, 49% revela que o seu compartimento se encontra ‘muito quente’ no verão e dos que revelaram que têm

sombreamento mas que se encontra avariado, 69% considera que o compartimento se encontra ‘quente’ no verão (cf. Figura 4.73). Dos respondentes que ‘nunca/quase nunca’ utilizam o sombreamento solar no verão, a maior parte deles não se encontra ‘confortável’. A maior percentagem de ocupantes que indicam que a sensação térmica no seu compartimento é ‘muito quente’ são os que utilizam ‘sempre/quase sempre’ o sombreamento solar no verão.

O teste qui-quadrado de Pearson revela que não há associação estatisticamente significativa entre as duas variáveis em causa no verão ($\chi^2=37,547^a$; gl=25; p=0,051) e no inverno ($\chi^2=15,965^a$; gl=25; p=0,916).

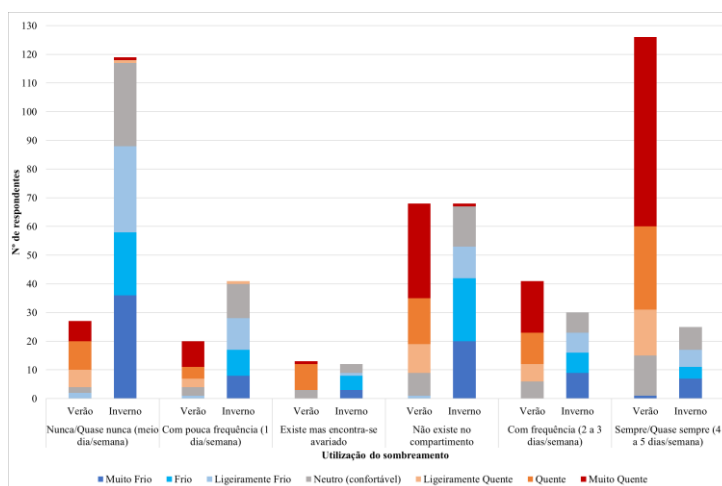


Figura 4.73 - Sensação térmica de acordo com a frequência com que utiliza o sombreamento.

As pessoas que consideram que a sua atividade física é alta são as que sentem menos calor no verão e menos frio no inverno (cf. Figura 4.74). O teste qui-quadrado de Pearson mostra que existem diferenças estatisticamente significativas no verão ($\chi^2=18,223^a$; gl=10; p=0,051) e no inverno não ($\chi^2=14,436^a$; gl=10; p=0,154).

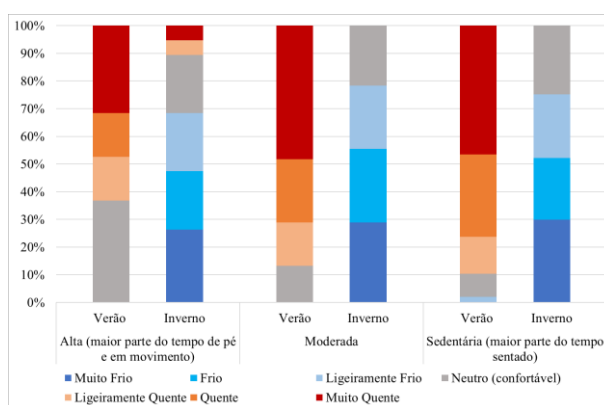


Figura 4.74 - Sensação térmica de acordo com o nível de atividade física.

Como se verificou anteriormente, existe maior utilização de dispositivos de sombreamento solar no verão. Através da Figura 4.75 constata-se que quem tem a fachada do compartimento orientada a sul são os que mais utilizam o sombreamento seguido de quem se encontra a este. Uma vez que o sol nasce a este e ao meio dia solar encontra-se a sul, todos os compartimentos em que a orientação seja uma destas terá maior incidência solar. Assim, é necessária maior utilização dos dispositivos solares para que não haja um aumento de temperatura desconfortável e demasiada iluminação natural que provoque

encadeamento. Verifica-se também que existe associação estatisticamente significativa entre as duas variáveis em causa no verão ($\chi^2=54,450^a$; gl=20; p=0,000) e no inverno ($\chi^2=33,287^a$; gl=20; p=0,031).

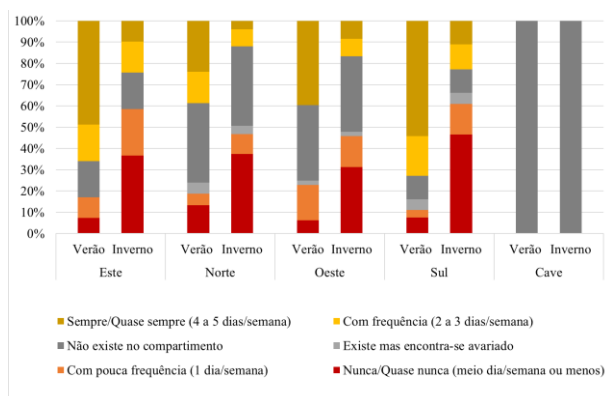


Figura 4.75 - Frequência com que o sombreamento é utilizado de acordo com a orientação da fachada do compartimento.

A análise cruzada da preferência térmica relativamente ao compartimento onde habitualmente o respondente desempenha o seu trabalho e a orientação da fachada do mesmo, permite verificar que no inverno há mais inquiridos a responder que gostam da temperatura que normalmente se encontra no compartimento comparativamente ao verão. A maior percentagem de pessoas que afirma preferir temperaturas mais quentes no inverno encontram-se a trabalhar com a fachada a norte se se excluir a cave.

No verão, é a oeste que as pessoas manifestaram uma maior preferência por temperaturas mais frescas excluindo novamente a cave (cf. Figura 4.76). Quanto ao inquirido que trabalha na cave, este preferia temperaturas diferentes daquelas que normalmente se encontram indo ao encontro da sua manifestação quanto à sensação térmica.

O teste qui-quadrado de Pearson mostra que existem diferenças estatisticamente significativas entre as variáveis no verão ($\chi^2=51,678^a$; gl=8; p=0,000) e no inverno ($\chi^2=109,216^a$; gl=8; p=0,000).

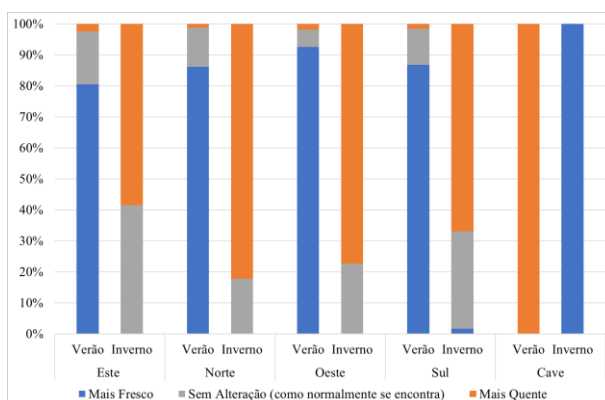


Figura 4.76 - Preferência da temperatura de acordo com a orientação da fachada do compartimento.

O cruzamento entre a 'preferência da temperatura' e a 'sensação térmica' permite perceber que uma percentagem dos inquiridos que classificam como confortável as temperaturas sentidas no compartimento preferiam temperaturas mais quentes e/ou mais frescas no verão e no inverno (cf. Figura 4.77). Desta forma, percebe-se que estes respondentes são tolerantes no sentido em que preferiam outras temperaturas, mas ainda assim consideram que estão confortáveis. Verifica-se também que existe uma grande percentagem de pessoas que classificam como ligeiramente frio a temperatura sentida no verão, mas que ainda assim não gostariam de ver alterada a temperatura bem como 100% das pessoas que

classificam a sensação térmica no inverno como ligeiramente quente não pretende ver esta temperatura alterada.

Através de testes estatísticos verifica-se que existem diferenças estatisticamente significativas entre a preferência da temperatura e a orientação da fachada do compartimento tanto no verão ($\chi^2=208,004^a$; gl=10; p=0,000) como no inverno ($\chi^2=198,644^a$; gl=10; p=0,000).

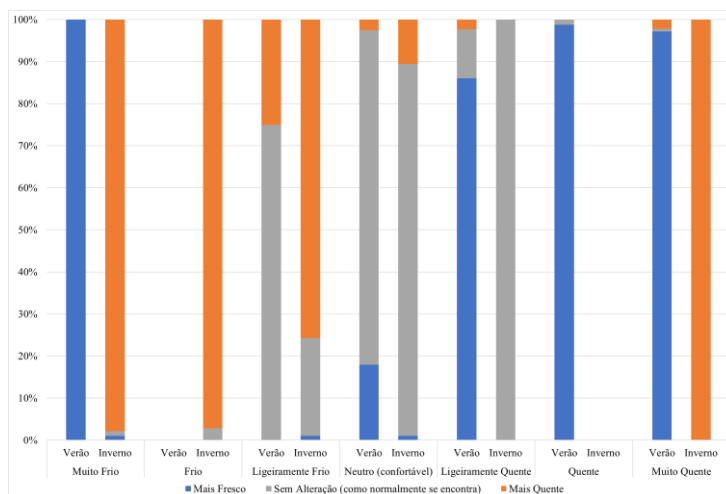


Figura 4.77 - Preferência da temperatura de acordo com a sensação térmica.

De seguida, pretende-se entender de que forma é que o vestuário influencia a sensação térmica dos ocupantes do LNEC. A análise cruzada entre a sensação térmica e o vestuário mostra que mesmo as pessoas que vestem a roupa mais fresca da escala proposta sentem calor no verão e as que vestem a roupa mais quente da escala proposta no inverno sentem frio.

O teste qui-quadrado de Pearson mostra que existem diferenças estatisticamente significativas no verão ($\chi^2=112,077^a$; gl=15; p=0,000) e no inverno ($\chi^2=50,140^a$; gl=20; p=0,000).

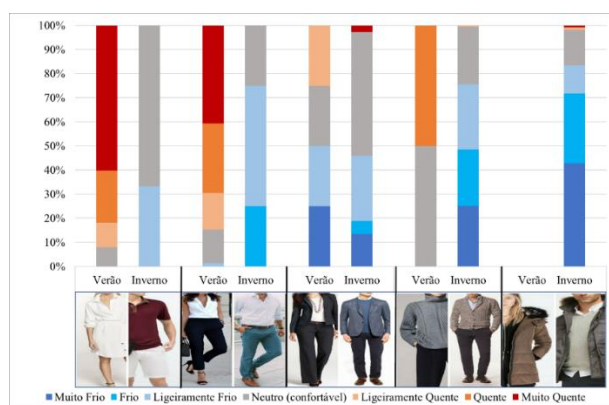


Figura 4.78 - Sensação térmica de acordo com o vestuário.

Da mesma forma, a análise cruzada entre a preferência térmica e o vestuário mostra que as pessoas que vestem a roupa mais fresca da escala proposta preferem uma temperatura mais fresca no compartimento durante o verão e as que vestem a roupa mais quente da escala proposta no inverno preferem temperaturas mais quentes (cf. Figura 4.10). A roupa que a escala propõe como intermédia é a que reúne maior percentagem de repostas que não alteravam a temperatura do interior do compartimento no verão e no inverno.

No cruzamento da ‘preferência pela temperatura’ com o ‘vestuário’ verifica-se que há uma associação estatisticamente significativa tanto no verão ($\chi^2=7,728^a$; gl=6; p=0,259) como no inverno ($\chi^2=44,732^a$; gl=8; p=0,000).

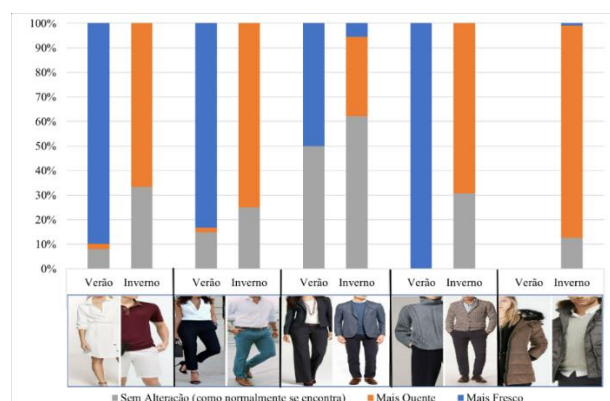


Figura 4.79 - Preferência da temperatura no compartimento de acordo com o vestuário.

Quando se observa a Figura 4.80, verifica-se que apenas uma pequena percentagem dos que classificam a sua satisfação como ‘neutra’ em relação ao conforto térmico preferiam que a temperatura fosse mais quente do que aquela que habitualmente se encontra no compartimento, tanto no verão como no inverno.

O teste qui-quadrado de Pearson mostra que existem diferenças estatisticamente significativas no verão ($\chi^2=119,435^a$; gl=12; p=0,000) e no inverno ($\chi^2=136,548^a$; gl=12; p=0,000).

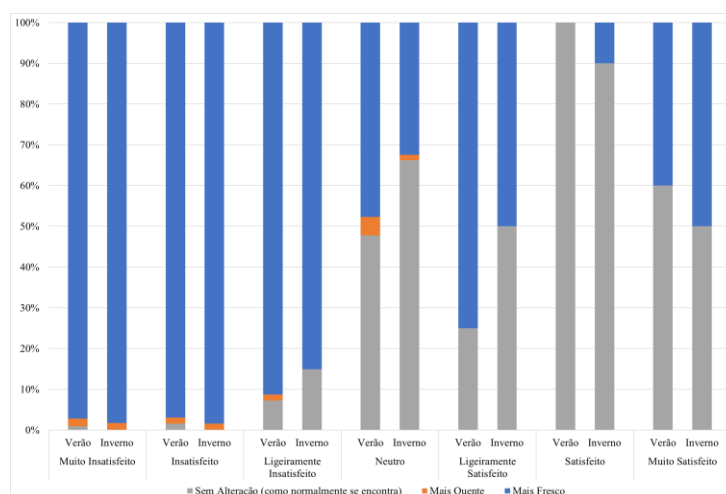


Figura 4.80 - Preferência da temperatura no compartimento de acordo com a satisfação com o conforto térmico.

O cruzamento entre a ‘frequência da abertura da(s) janela(s) existentes no compartimento onde os inquiridos trabalham’ e a ‘intensidade do odor sentido no compartimento’ encontra-se na Figura 4.81. Independentemente da intensidade do odor verifica-se que mais de metade dos ocupantes do LNEC abrem sempre ou quase sempre a(s) janela(s) no verão e que no inverno existem mais pessoas a nunca ou quase nunca abrirem a(s) janela(s). Assim, este facto sugere que existe outro fator que pode ser mais ou igualmente importante na decisão de abrir a(s) janela(s).

O teste qui-quadrado de Pearson mostra que não existem diferenças estatisticamente significativas no verão ($\chi^2=20,866^a$; gl=15; p=0,141) e no inverno ($\chi^2=10,499^a$; gl=15; p=0,787).

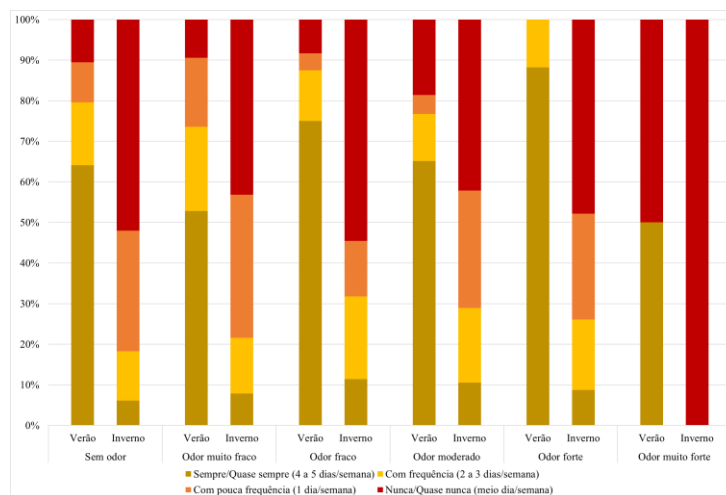


Figura 4.81 - Frequência da abertura da(s) janela(s) de acordo com a intensidade do odor sentido no compartimento.

No cruzamento entre a frequência da abertura da(s) janela(s) e a utilização de ar condicionado no verão e aquecimento no inverno verifica-se que existe uma associação estatisticamente significativa entre as variáveis ($\chi^2=54,843^a$; gl=15; p=0,000 e $\chi^2=52,709^a$; gl=15; p=0,000 respetivamente). Na utilização da ventoinha no verão não se observa diferenças estatisticamente significativas ($\chi^2=19,993^a$; gl=15; p=0,172).

Analisando a Figura 4.82 constata-se que a maioria dos respondentes não tem acesso a ar condicionado no local onde desenvolve as suas tarefas. Destes, a maioria abre ‘sempre/quase sempre’ a(s) janela(s). Dos respondentes que utilizam ‘sempre/quase sempre’ o aquecimento no inverno a maioria não abre com regularidade a(s) janela(s). Quem utiliza ‘sempre/quase sempre’ a ventoinha a maioria abre ‘sempre/quase sempre’ a(s) janela(s). Contudo, para o ar condicionado não se verifica o mesmo.

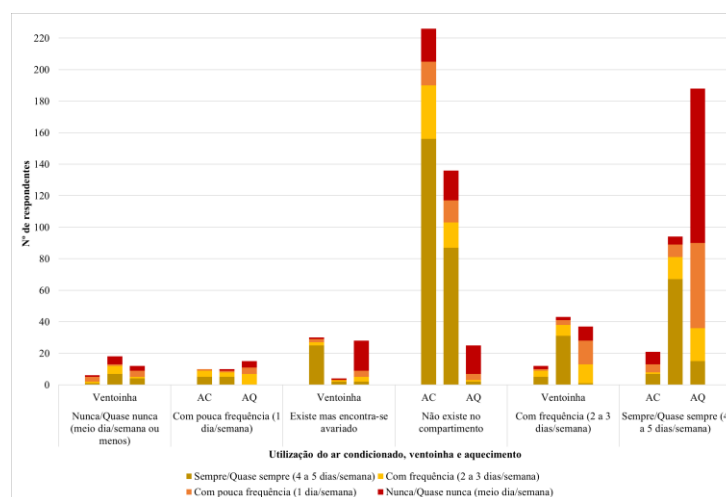


Figura 4.82 - Frequência da abertura da(s) janela(s) de acordo com a utilização da ventoinha AC e AQ.

Com o intuito de analisar a correspondência entre o que os ocupantes do LNEC consideram ser o nível de iluminação natural no compartimento onde trabalham e a orientação da fachada, apurou-se que o indivíduo que trabalha na cave encontra-se confortável (cf. Figura 4.83). No verão, quem tem a fachada orientada a oeste não consideram que o compartimento se encontra ligeiramente escuro e no inverno a este e a norte ninguém considera que o ambiente luminoso natural é muito claro. É de salientar que quando os ocupantes consideram que a iluminação é muito clara pode ter associado o problema do

encadeamento, causando assim desconforto. A maior percentagem de pessoas confortáveis no inverno são as que se encontram a sul, 31%, e no verão são os que se encontram a este, 17%.

O teste qui-quadrado de Pearson mostra que não existem diferenças estatisticamente significativas no verão ($\chi^2=21,259^a$; gl=16; p=0,169) e no inverno ($\chi^2=17,293^a$; gl=16; p=0,367).

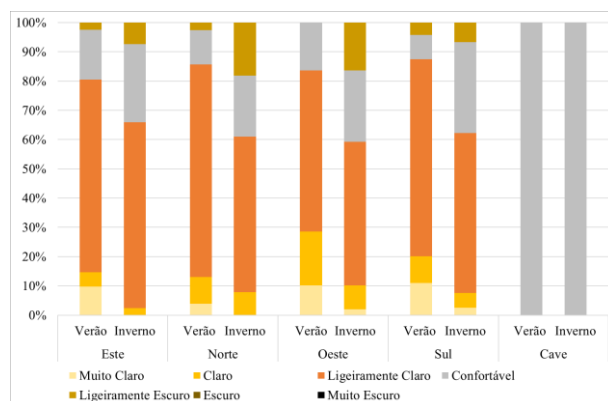


Figura 4.83 - Nível de iluminação natural no compartimento de acordo com a orientação da fachada.

Quem se encontra ‘confortável’ com a temperatura mais de metade considera que iluminação natural no compartimento é ‘ligeiramente clara’ no verão e no inverno (cf. Figura 4.84). Comparando as pessoas que responderam estar ‘confortáveis’ no verão e no inverno, é no inverno que existe maior percentagem de pessoas ‘confortáveis’ com a iluminação natural.

O teste qui-quadrado de Pearson mostra que existem diferenças estatisticamente significativas no verão ($\chi^2=34,878^a$; gl=20; p=0,021) e no inverno não ($\chi^2=26,855^a$; gl=20; p=0,139).

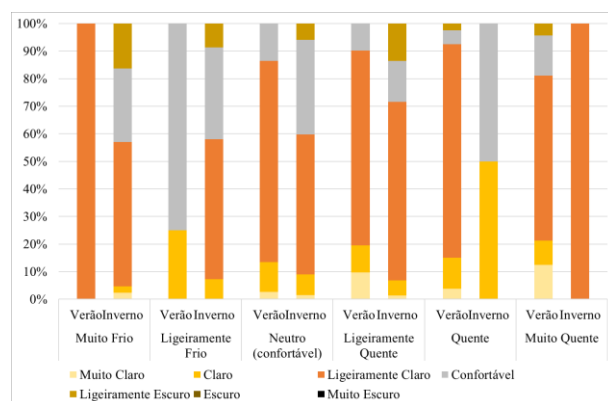


Figura 4.84 - Iluminação natural no compartimento de acordo com a sensação térmica.

Sabendo que no verão existem mais horas de luz natural, seria expectável que grande parte das pessoas não utilizassem luz artificial com regularidade. Uma vez que tal não se mostrou evidente, pretendeu-se perceber de que forma é que a frequência com que a luz artificial é utilizada varia com o que os respondentes consideram que é o nível de iluminação natural na secretaria. Analisando a Figura 4.85, percebe-se que 80% e 77% das pessoas que responderam sentir-se confortáveis quanto ao ambiente luminoso no verão e no inverno respetivamente utilizam sempre ou quase sempre iluminação natural. Posto isto, entende-se que este é um comportamento errado dos ocupantes do LNEC que não contribui para a eficiência energética dos edifícios.

A análise cruzada entre a ‘frequência com que a iluminação artificial é utilizada’ e a ‘iluminação natural na secretaria’ revela que existe uma associação estatisticamente significativa no verão ($\chi^2=57,837^a$; gl=12; p=0,000) e no inverno ($\chi^2=25,936^a$; gl=12; p=0,011).

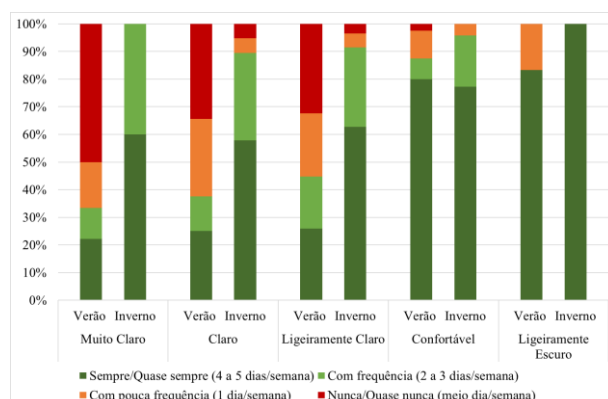


Figura 4.85 - Frequência com que a iluminação artificial é utilizada de acordo com a iluminação natural na secretaria.

No cruzamento da ‘frequência com que a iluminação artificial é utilizada’ e a ‘iluminação natural na secretaria’ constata-se que não existe uma associação estatisticamente significativa no verão ($\chi^2=13,576^a$; gl=15; p=0,558) e no inverno ($\chi^2=13,616^a$; gl=15; p=0,555).

Quem ‘nunca/quase nunca’ utiliza o dispositivo de sombreamento solar, uma grande percentagem continua a ligar a iluminação artificial. Tal verifica-se com maior expressão no inverno uma vez que é a estação do ano onde a intensidade e o número de horas de luz natural é inferior. Quem não utiliza o sombreamento no verão também não deveria utilizar a iluminação artificial de modo a contribuir para a eficiência energética dos edifícios. Dos respondentes que utilizam ‘sempre/quase sempre’ o sombreamento, grande parte utiliza a iluminação artificial, com maior destaque no inverno.

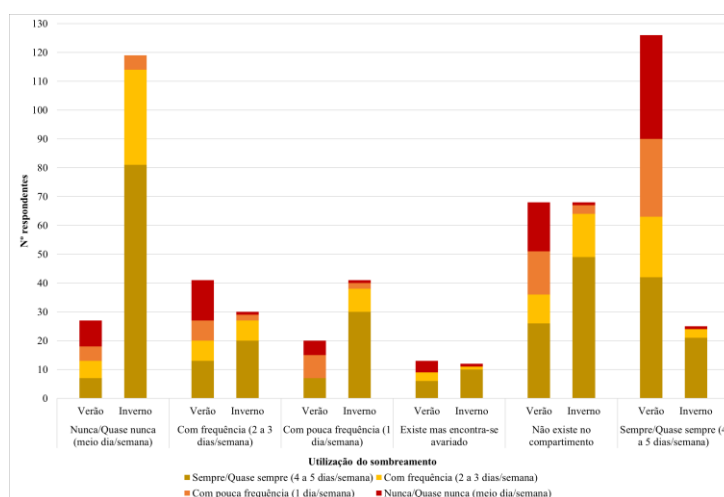


Figura 4.86 - Frequência com que a iluminação artificial é utilizada de acordo com a frequência com que o sombreamento solar é utilizado.

4.4. Correlações

Na Figura 4.87, encontram-se representadas as correlações estatisticamente significativas entre os diferentes parâmetros. Verifica-se que existem correlações de *Spearman* fortes e moderadas entre alguns parâmetros.

Neste estudo, procurou-se entender de que forma o ano de construção do edifício se correlaciona com a satisfação e com os parâmetros de conforto. Assim, verifica-se que se encontra correlacionado com a satisfação com o conforto térmico no verão e no inverno indicando que o tipo de construção e de uso de materiais nas diferentes épocas podem ter influência nas sensações e no nível de satisfação nomeadamente com o ambiente térmico.

A satisfação global com o local de trabalho tem maior grau de correlação com a sensação térmica no verão e no inverno, com a preferência pela temperatura no inverno, com o tipo de roupa utilizado no inverno e com a intensidade do odor no verão e no inverno. Assim, verifica-se que a apreciação que os respondentes fazem com a satisfação global tem uma maior relação com parâmetros que têm que ver com o ambiente térmico.

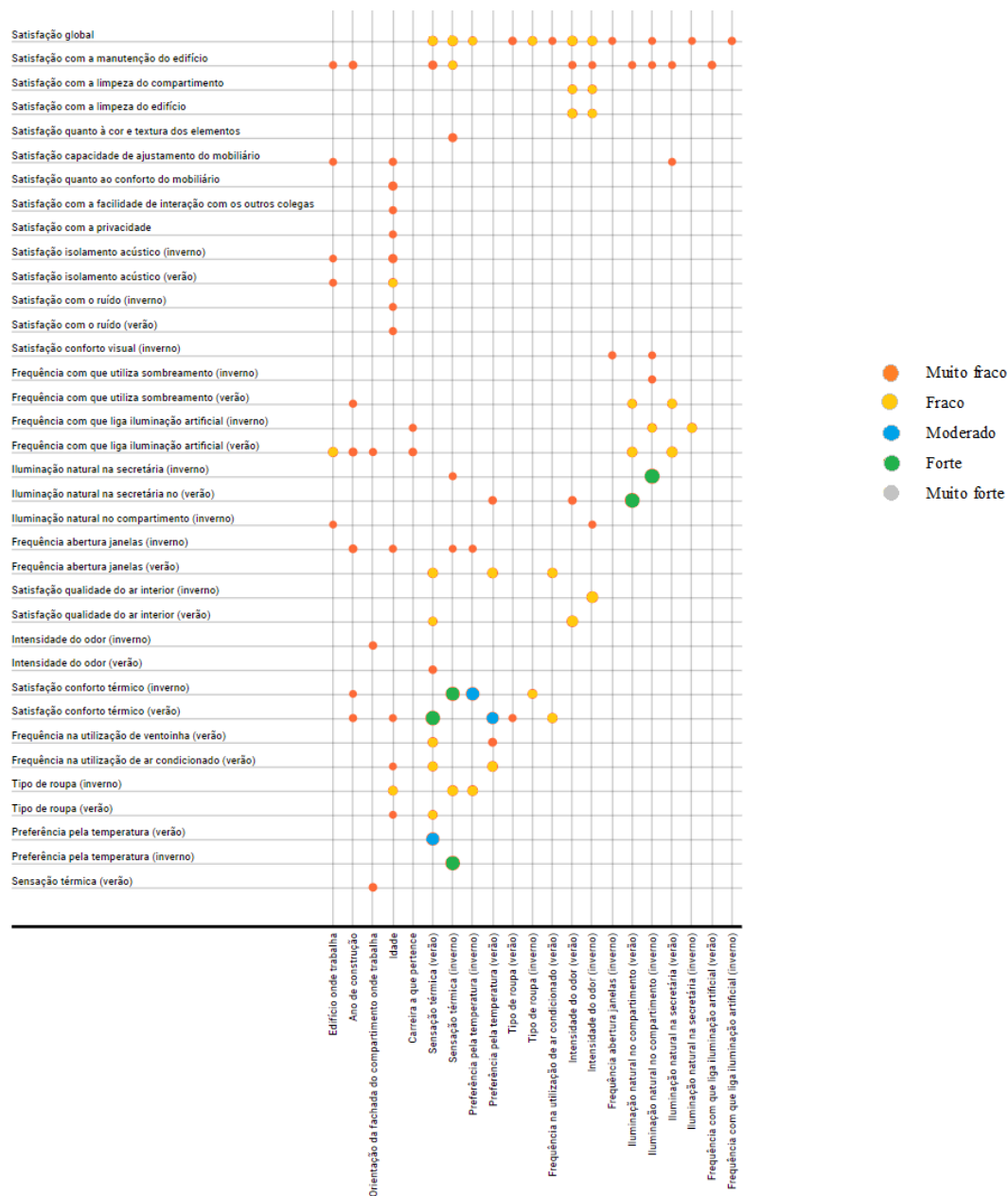


Figura 4.87 - Correlação Spearman entre diferentes variáveis.

Quando se analisa a correlação *Spearman* entre os diferentes parâmetros e tipos de satisfação, verifica-se que existem mais correlações moderadas face à figura anterior. Quanto à satisfação global, existe maior correlação com a satisfação com o espaço para trabalhar e guardar os pertences, com a satisfação com a privacidade, com a satisfação com o conforto do mobiliário e a satisfação com a capacidade de ajustamento do mesmo. Assim, verifica-se que parâmetros que não vêm mencionados nas normas têm inferência no nível de satisfação global dos ocupantes dos edifícios no LNEC.

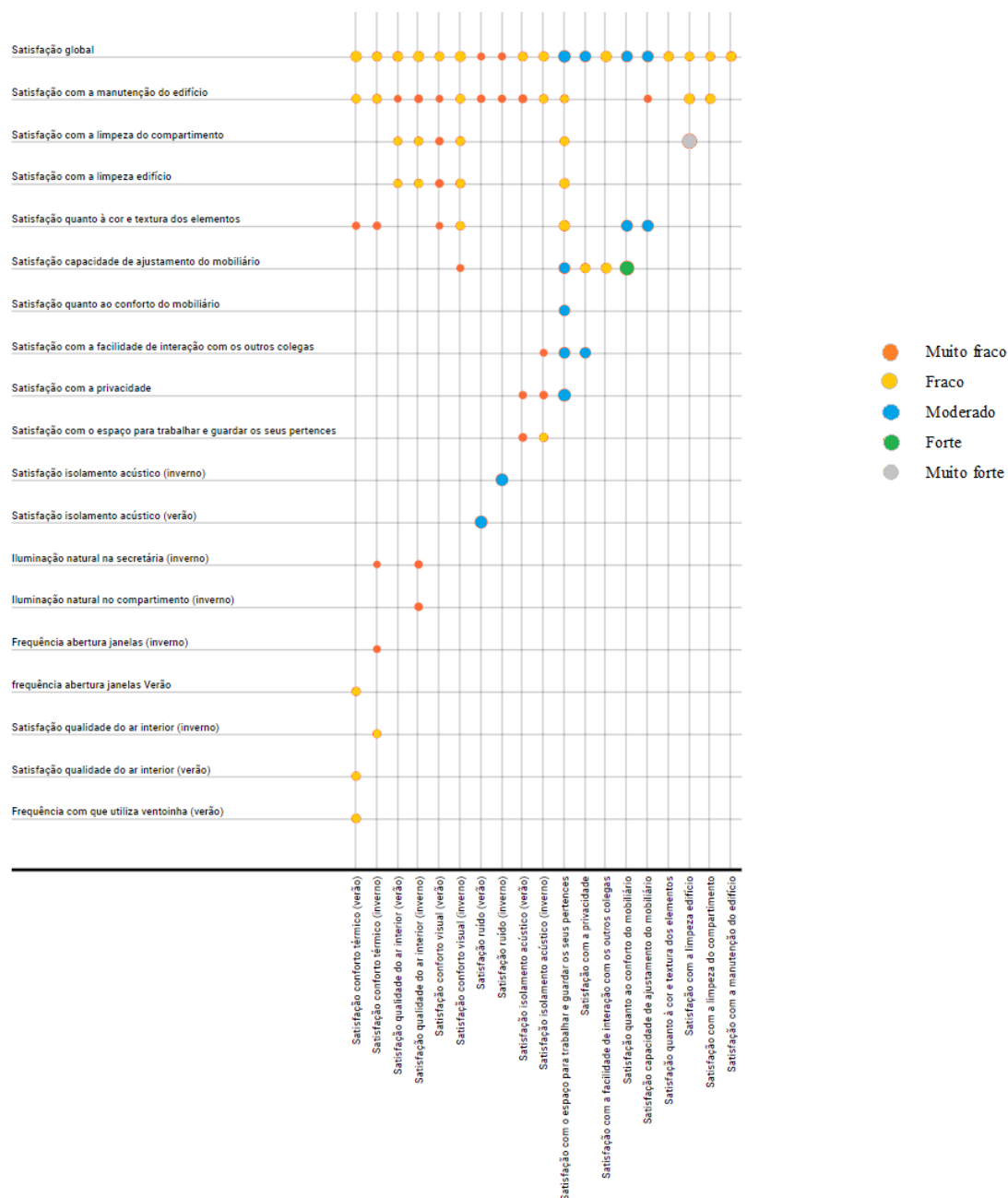


Figura 4.88 - Correlação Spearman entre diferentes parâmetros em função da satisfação.

4.5. Certificação energética e questionário

Após a aplicação do questionário e análise dos resultados obtidos, pretende-se relacionar as respostas dos ocupantes do Edifício de ensaio de componentes e do Edifício Fernando Abecasis com a classe energética destes e com as medidas de melhoria energética.

Anteriormente, apresentaram-se diversas figuras onde se mostra tabulações cruzadas entre diferentes variáveis e os edifícios. Nesta secção, voltam-se a apresentar os mesmos resultados embora só apresentando os do Edifício de ensaio de componentes e do Edifício Fernando Abecasis para assim ser mais fácil a interpretação de resultados.

4.5.1. Resultados do questionário para o Edifício de ensaio de componentes

O Edifício de ensaio de componentes é um edifício de escritórios construído no ano 1982. Não tem nenhum edifício agregado e encontra-se perto do infantário e do bar do LNEC. A sua fachada principal encontra-se orientada a sul e não possui nenhum aproveitamento de energia renovável. Este edifício, de uma maneira geral pode-se descrever como tendo paredes simples de tijolo sem isolamento térmico (exceção de alguns compartimentos). A envolvente envidraçada é de alumínio sendo que a maioria do edifício possui vidro simples. A maioria dos gabinetes possuem dispositivos de sombreamento solar e aquecimento. As luminárias utilizadas são na maioria fluorescentes tubulares.

O desconforto quanto ao ambiente térmico existe tanto no verão como no inverno sendo que no verão é quando as pessoas se sentem mais desconfortáveis, preferindo temperaturas mais baixas do que aquelas que normalmente se encontram no compartimento (cf. Figura 4.90). Como a maioria das paredes exteriores não têm isolamento térmico e as janelas são de alumínio, é natural que haja bastante desconforto térmico ao longo do ano. De acordo com a Tabela 6.1 no Anexo B, verifica-se que todos os respondentes têm o seu compartimento orientado a sul. Assim, e uma vez que os compartimentos orientados a sul têm uma grande incidência solar, é explicativo que haja maior desconforto térmico no verão.

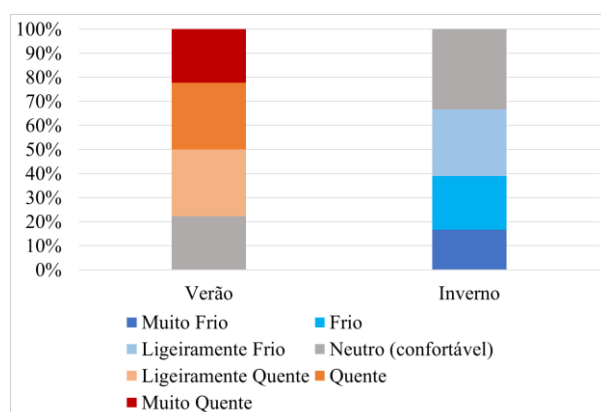


Figura 4.89 – Sensação térmica no compartimento no Edifício de ensaio de componentes.

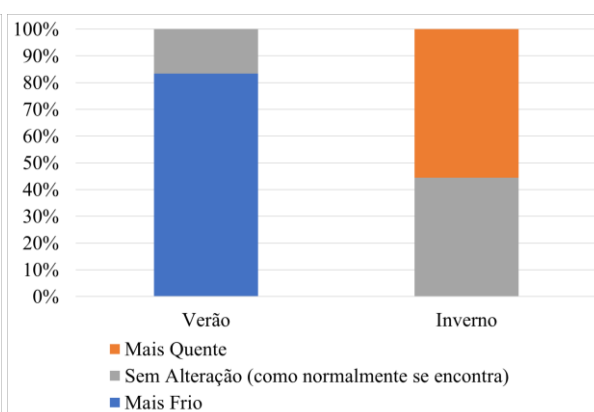


Figura 4.90 – Preferência da temperatura no compartimento no Edifício de ensaio de componentes.

A maioria dos respondentes deste edifício, considera que não existe odor no compartimento e ninguém classificou que o odor sentido é ‘forte’ ou ‘muito forte’. No inverno, o odor é mais desagradável do que agradável.

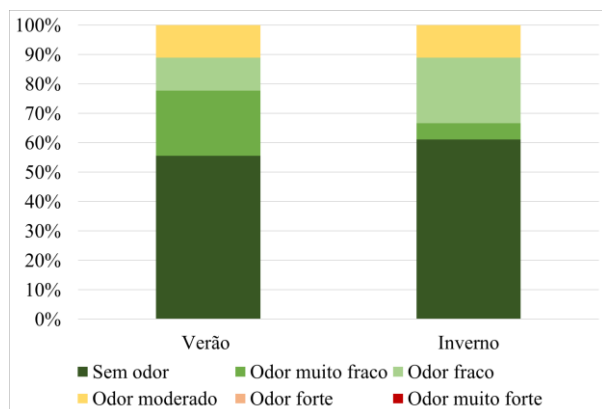


Figura 4.91 – Intensidade do odor no Edifício de ensaio de componentes.

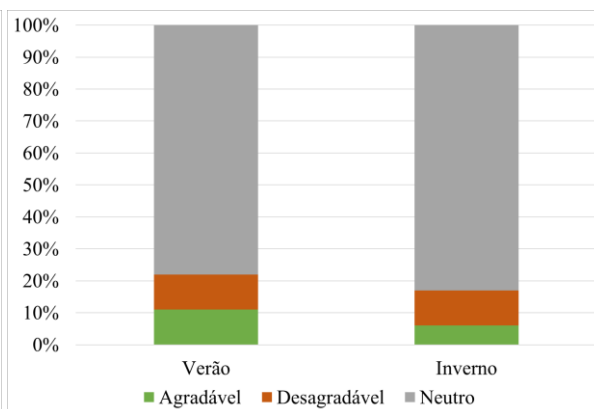


Figura 4.92 - Percepção do odor no Edifício de ensaio de componentes.

No verão, ninguém do edifício considera que se encontra confortável com a iluminação natural no compartimento e, de um modo geral entende-se que existe bastante luz indo ao encontro da orientação da fachada.

Quanto à iluminação natural na secretaria verifica-se que existem mais pessoas confortáveis comparativamente à iluminação natural no compartimento. Porém, continua-se a verificar que os respondentes indicam que o ambiente luminoso no local onde desempenham as suas tarefas é claro.

Tanto na iluminação natural no compartimento como na secretária, é no inverno que existe maior percentagem de pessoas confortáveis.

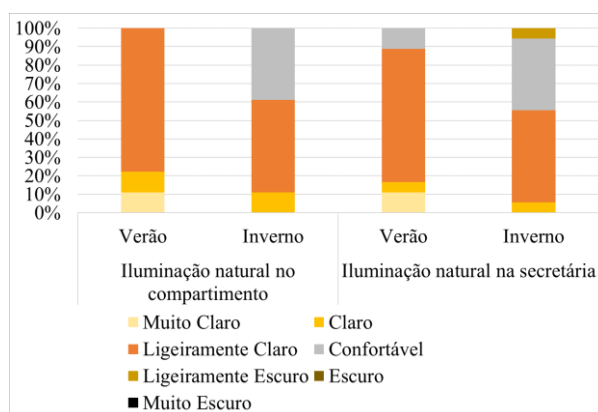


Figura 4.93 – Nível de iluminação no compartimento e na secretária no Edifício de ensaio de componentes.

De uma maneira geral, verifica-se que a ‘manutenção da temperatura interior’ e o ‘ruído exterior’ são os dois fatores que mais influenciam os ocupantes do edifício a manter a(s) janela(s) fechada(s) nas duas estações do ano representativas, sendo que o primeiro fator tem maior peso. O ‘arrefecimento do compartimento’ no verão e a ‘renovação do ar em termos de poluentes e/ou odor’ tem importância na decisão de abrir a(s) janela(s) para grande parte dos ocupantes do Edifício de ensaio de componentes.

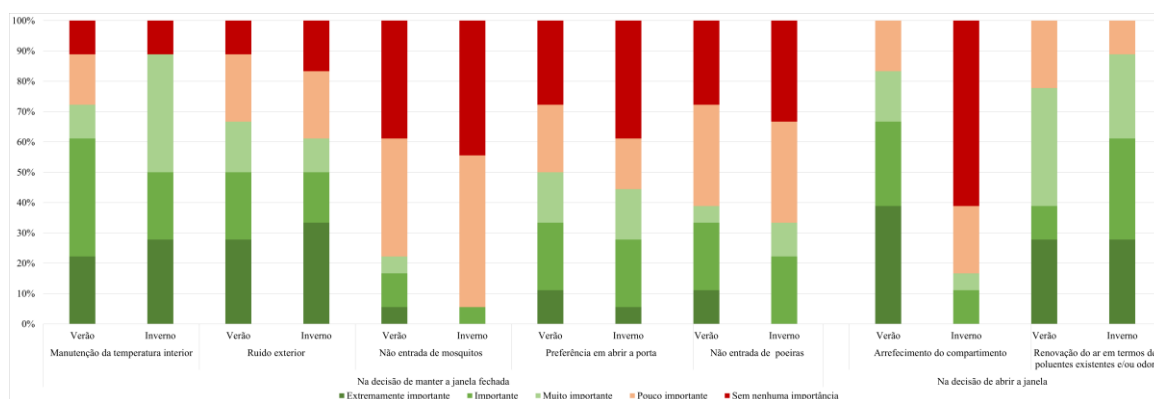


Figura 4.94 – Importância de cada fator na decisão de manter a(s) janela(s) fechada(s) e na decisão de a(s) abrir no Edifício de ensaio de componentes.

No Edifício de ensaio de componentes, o ‘ruído do exterior’ é o fator com maior importância para os respondentes deste edifício no que respeita à origem do ruído. A existência do infantário perto do edifício e a falta de isolamento nas paredes exteriores contribui para este resultado.

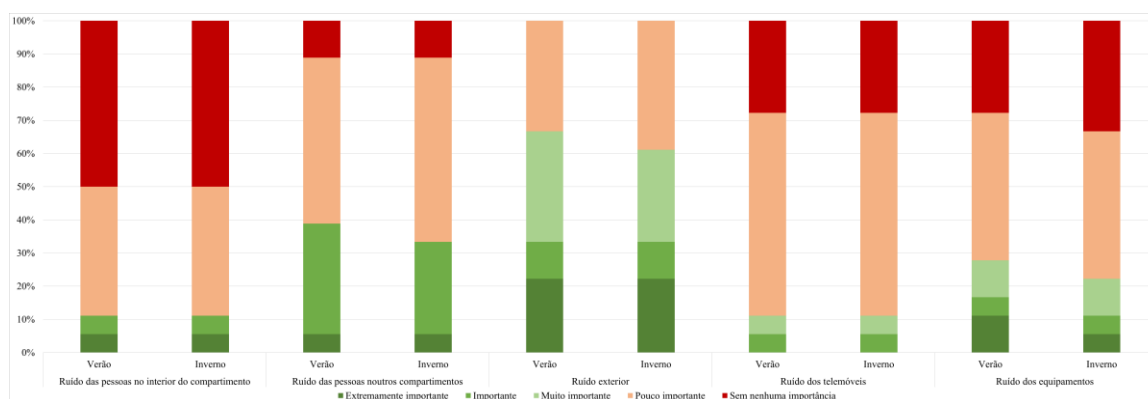


Figura 4.95 - Importância de cada fator para o ruído no Edifício de ensaio de componentes.

A maioria dos respondentes do Edifício de ensaio de componentes utiliza o dispositivo de sombreamento solar ‘sempre/quase sempre’ no verão. Desta forma, é possível perceber a utilização deste dispositivo não é suficiente para que os ocupantes se encontrem confortáveis com os ambientes térmico e luminoso no verão.

Pela Figura 4.94, verifica-se que o ‘arrefecimento do compartimento’ é o principal fator da abertura da(s) janela(s). Assim, e uma vez que a maioria das pessoas não tem acesso a ar condicionado nem a ventoinha, é natural que a utilização da(s) janela(s) seja muito superior no verão do que no inverno conforme indica a Figura 4.96, embora não o suficiente para que haja mais conforto no verão.

No verão, a iluminação artificial não apresenta um padrão de comportamentos sendo que no inverno a maioria utiliza-a ‘sempre/quase sempre’. Sabendo que ao longo do ano a maioria dos respondentes indica que existe claridade quanto à iluminação natural tanto no compartimento como na secretaria, é possível dizer-se que existe utilização de iluminação artificial de forma desnecessária. Tal pode dever-se a uma utilização incorreta do dispositivo de sombreamento solar e/ou ao comportamento que alguns trabalhadores têm de forma a indicarem que se encontram presentes no seu compartimento.

Apesar de mais de 70% dos respondentes do Edifício de ensaio de componentes utilizarem ‘sempre/quase sempre’ o aquecimento, a maioria dos respondentes se encontra desconfortável. Isto deve-se ao mau isolamento térmico que a envolvente do edifício apresenta. Dado que a maioria das

pessoas do edifício não têm acesso a ar condicionado nem a ventoinha é natural que exista maior desconforto térmico no verão comparativamente ao inverno como tem vindo a ser verificado.

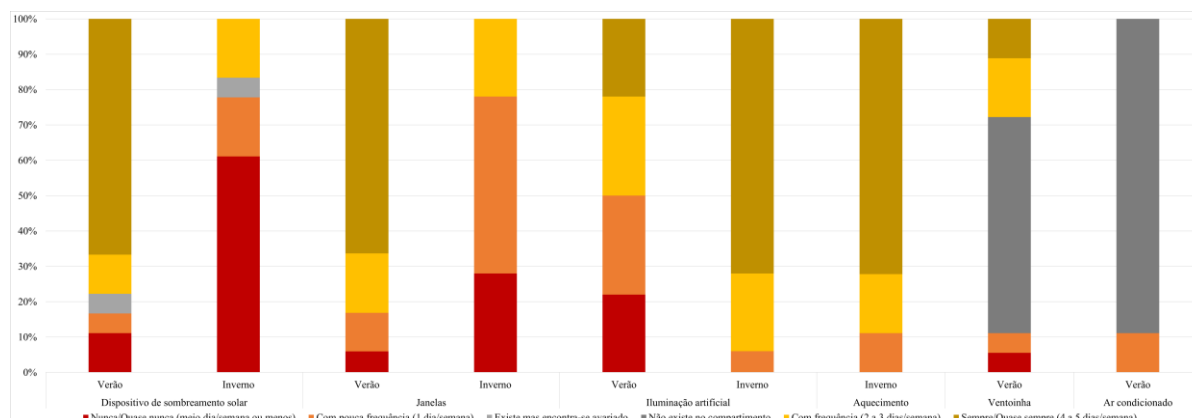


Figura 4.96 – Frequência com que alguns dispositivos e equipamentos são utilizados no Edifício de ensaio de componentes.

O parâmetro mais importante para os ocupantes do Edifício de ensaio de componentes é o ‘ambiente térmico’. No verão, a ‘ventilação’ é o segundo parâmetro mais selecionado e no inverno a ‘qualidade do ar interior’. O parâmetro menos importante é o ‘mobiliário e decoração do compartimento’ seguido da ‘disposição do compartimento’.

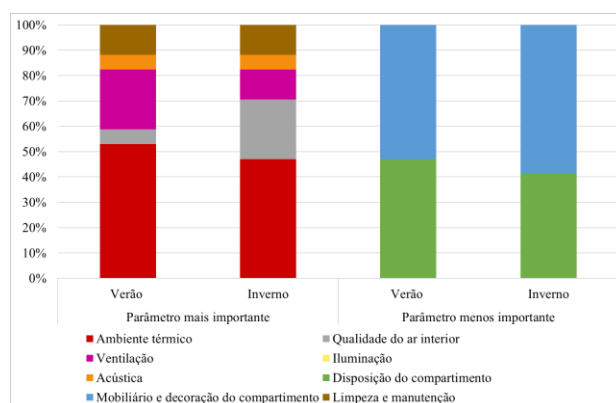


Figura 4.97 - Parâmetros mais e menos importantes no Edifício de ensaio de componentes.

Quando se questionou a satisfação com alguns parâmetros de conforto e como é que estes variam no verão e no inverno, no Edifício de ensaio de componentes dos cinco parâmetros apresentados na Figura 4.98, o ‘ambiente térmico’ é o que têm maior percentagem de pessoas insatisfeitas no verão seguido do ‘isolamento acústico’. No inverno metade dos respondentes acusam insatisfação com o ‘ambiente térmico’ bem como no ‘isolamento acústico’. Contudo, no ‘ambiente térmico’ ninguém se encontra ‘muito insatisfeito’ no inverno enquanto que no ‘isolamento acústico’ este extremo da escala é indicado.

A ‘qualidade do ar interior’ é o parâmetro onde existe maior percentagem de pessoas satisfeitas no verão e no inverno, embora nenhum respondente tenha indicado que se encontra ‘muito satisfeito’.

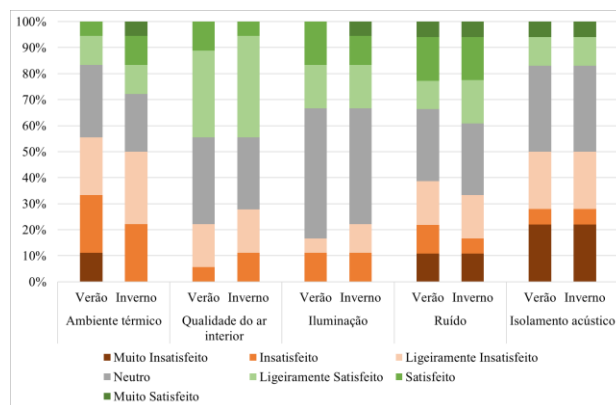


Figura 4.98 - Satisfação com diversos parâmetros de conforto no verão e no inverno no Edifício de ensaio de componentes.

Na Figura 4.99, encontram-se representados os parâmetros onde a distinção entre o verão e o inverno não acontece. A ‘manutenção do edifício’ é o parâmetro que reúne maior insatisfação seguido do ‘conforto do mobiliário’. O ‘espaço para trabalhar e guardar os pertences’ e a ‘facilidade de interação com outros colegas’ são os parâmetros com maior satisfação sendo este último o que reúne maior percentagem de pessoas ‘muito satisfeitas’.

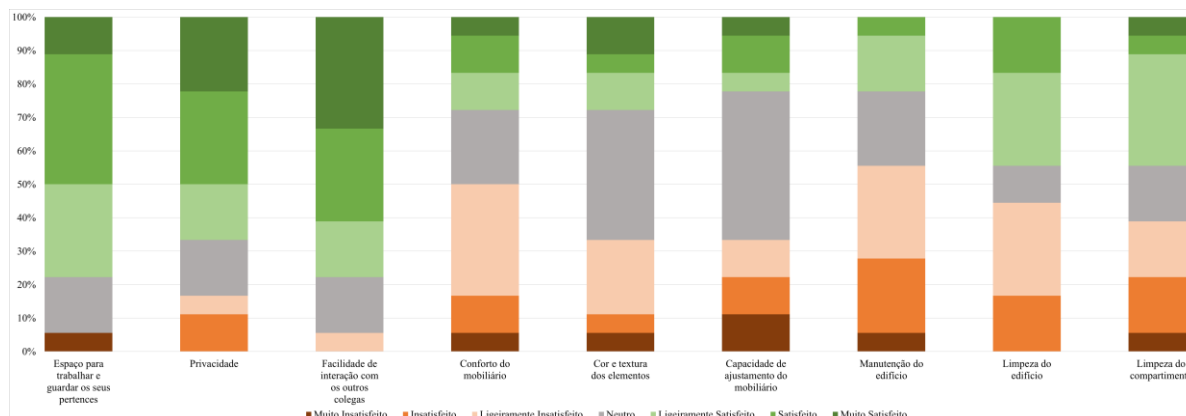


Figura 4.99 - Satisfação com diversos parâmetros de conforto no Edifício de ensaio de componentes.

Quanto à satisfação global com o local de trabalho, apenas 18% dos respondentes do Edifício de ensaio de componentes indicam que se encontram insatisfeitos com a globalidade das suas condições de trabalho e 12% assinalaram como ‘neutro’, não indicando o grau da sua satisfação ou insatisfação.

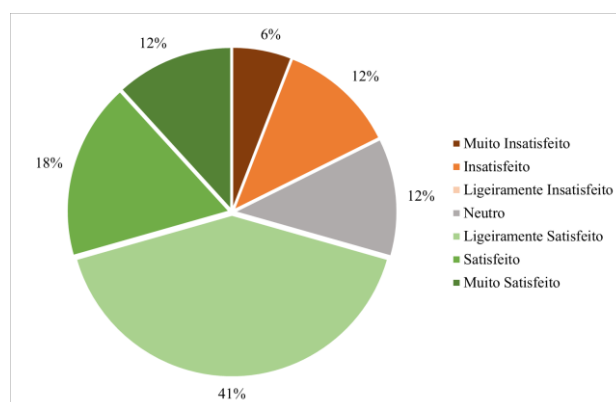


Figura 4.100 – Satisfação global no Edifício de ensaio de componentes.

4.5.2. Resultados do simulador ECO.AP para o Edifício de ensaio de componentes

De acordo com o simulador ECO.AP, a classe energética do Edifício de ensaio de componentes é C com um rácio de classe energética (R_{IEE}) de 1.31, indicando que se encontra mais próximo da classe energética D, como indica a Tabela 2.4.

A Tabela 4.9 é obtida através do simulador e propõe medidas de melhoria da eficiência energética que possam ser aplicáveis ao Edifício de ensaio de Componentes, fazendo uma caracterização energética e económica do impacto individual dessas medidas bem como todas aplicadas em conjunto. Quando estas são aplicadas em conjunto, o edifício consegue obter a classe energética B, não havendo nenhuma que quando aplicada sozinha consiga melhorar a classe energética atual do edifício. Contudo, as medidas que têm maior impacto na redução de energia primária encontram-se no início da tabela sendo a instalação de um sistema solar fotovoltaico a que reduz mais o consumo de energia primária e consequentemente os custos energéticos⁷. No anexo C, é possível consultar os resultados obtidos do consumo de energia primária e final do Edifício de ensaio de componentes.

Tabela 4.9 - Medidas de eficiência energética aplicáveis ao Edifício de ensaio de componentes.

	Redução de energia final (kWh/ano)		Redução de energia primária		Redução de custos energéticos	Nova classe energética
	Eletricidade	Combustível	kWh _{EP} /ano	%	EUR/ano	
Instalação de sistema solar fotovoltaico	19832,79	0,00	49581,97	15,84	2975,57	C
Reforço do isolamento térmico das coberturas	16732,55	0,00	41831,38	13,36	2509,88	C
Melhorias nos sistemas de iluminação	12881,41	0,00	32203,53	10,29	1932,21	C
Reforço do isolamento térmico das paredes	11130,79	0,00	27826,99	8,89	1669,62	C
Reforço do isolamento térmico das janelas	1047,80	0,00	2619,51	0,84	157,17	C
Instalação de sistema solar térmico	642,50	0,00	1148,07	0,37	96,37	C
Melhorias nos sistemas de produção de água quente sanitária	128,49	0,00	321,24	0,10	19,27	C
Substituir <i>chillers</i>	104,48	0,00	261,20	0,08	15,67	C
Melhoria da proteção solar e do sombreamento dos vãos envidraçados	8,24	0,00	20,60	0,01	1,24	C
Medidas conjuntas ⁸	42516,13	0,00	151396,53	48,35	6377,42	B

Importa agora analisar a classe energética do edifício e as medidas de eficiência energética fornecidas pelo simulador em conjunto com os resultados obtidos no questionário acerca do conforto e bem-estar dos ocupantes.

Sabendo que o ambiente térmico é o parâmetro mais importante para os ocupantes do Edifício de ensaio de componentes e que existe bastante desconforto e insatisfação para a maioria dos ocupantes tanto no verão como no inverno embora com maior expressão no verão, as medidas de melhoria de eficiência energética devem passar por melhorar este parâmetro. Uma vez que o reforço do isolamento térmico das coberturas é a segunda medida de melhoria proposta com maior redução de energia primária esta deve ser aplicada não só em virtude da redução de custos energéticos mas também do conforto dos ocupantes. O reforço do isolamento térmico das paredes e o reforço do isolamento térmico das janelas

⁷ Nos custos energético é considerado um valor convencional definido no simulador de 0,15 €/kWh.

⁸ Não é o somatório individual de todas as medidas, mas sim a simulação de um edifício com todas as medidas definidas anteriormente.

são medidas que também melhoram a qualidade do ambiente térmico mas com menor percentagem de redução de custos energéticos em especial a última.

Porém, uma vez que o isolamento acústico é um parâmetro com muita insatisfação e o fator em que mais respondentes indicaram como mais importante na origem do ruído é o que vem do exterior optar por substituir as janelas de forma a melhorar não só o isolamento térmico como também o isolamento acústico parece ser uma medida que traga conforto para os ocupantes em dois parâmetros que estão indicados como dos que provocam mais desconforto. Note-se que existe uma percentagem de pessoas que indica a acústica como um dos parâmetros mais importantes.

Apesar das medidas de melhoria nos sistemas de iluminação ser a terceira medida com maior redução de custos energéticos das apresentadas, ninguém classificou a iluminação como um dos parâmetros mais importantes apesar de existir desconforto com maior expressão no verão. É também o parâmetro da Figura 4.98 com menor percentagem de pessoas insatisfeitas. Contudo, não deixa de ser uma medida importante no que respeita à redução de custos energéticos.

Dado que a ‘manutenção do edifício’ e o ‘conforto do mobiliário’ são parâmetros em que pelo menos metade dos respondentes indicam que se encontram insatisfeitos importa consertar os dispositivos de sombreamento solar que se encontram avariados (cf. Figura 4.96) e melhorar o que for possível no que respeita a estes dois parâmetros de conforto e bem-estar, fazendo uma visita ao edifício e conversando com os ocupantes do mesmo.

4.5.3. Resultados do questionário para o Edifício Fernando Abecasis

O Edifício Fernando Abecasis é um edifício de escritórios construído no ano 1972. A sua fachada principal encontra-se orientada a sul e não possui nenhum aproveitamento de energia renovável. Este edifício, de uma maneira geral pode-se descrever como tendo paredes simples de tijolo sem isolamento térmico (exceção de alguns compartimentos). A envolvente envidraçada é de aço sendo que a maioria do edifício possui vidro simples. A maioria dos gabinetes possuem dispositivos de sombreamento solar e aquecimento. As luminárias utilizadas são fluorescentes tubulares.

O desconforto quanto ao ambiente térmico existe tanto no verão como no inverno sendo que no verão a percentagem de pessoas que se encontra ‘confortável’ é muito reduzida. No verão comparativamente ao inverno é onde existe a menor percentagem de pessoas que não querem alteração na temperatura.

De acordo com a Tabela 6.1 em anexo, verifica-se que 27% dos respondentes deste edifício têm a fachada do seu compartimento orientada a este, 13,5% a norte, 24,3% a oeste e 35,1% a sul. Assim, e uma vez que a maioria dos compartimentos têm bastante incidência solar, é explicativo que haja desconforto térmico neste edifício com maior relevo no verão dado que a maioria das paredes exteriores não têm isolamento térmico e que as janelas são de aço.

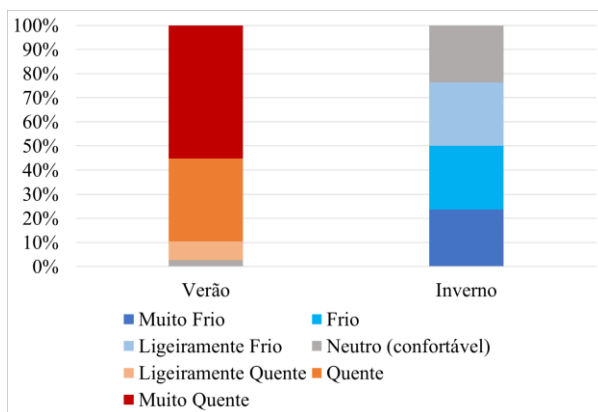


Figura 4.101 - Sensação térmica no compartimento no Edifício Fernando Abecasis.

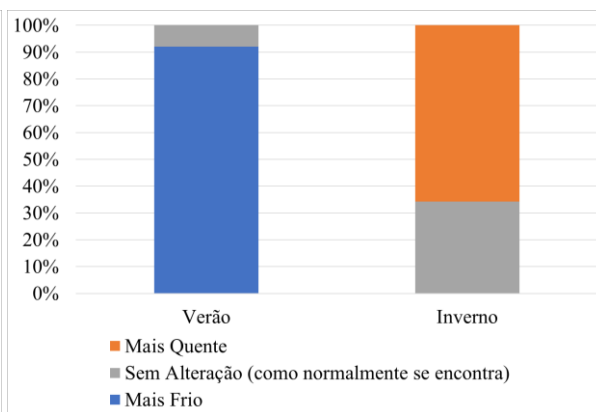


Figura 4.102 - Preferência da temperatura no compartimento no Edifício Fernando Abecasis.

A maioria dos respondentes deste edifício, considera que não existe odor no compartimento e ninguém classificou que o odor sentido é ‘muito forte’. No inverno, o odor é mais desagradável do que agradável.

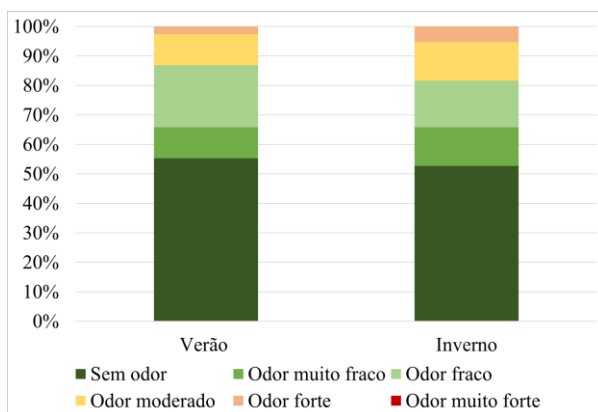


Figura 4.103 - Intensidade do odor no Edifício Fernando Abecasis.

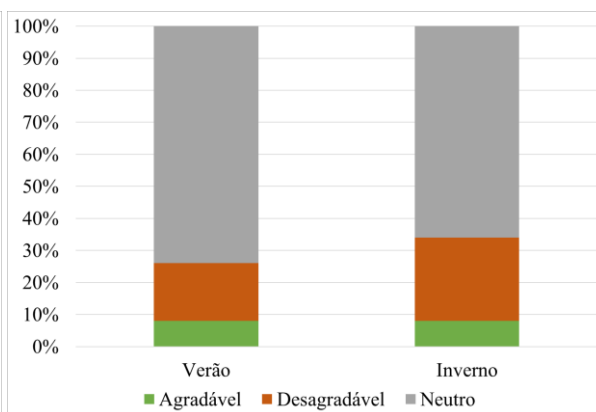


Figura 4.104 - Percepção do odor no Edifício Fernando Abecasis.

Neste edifício existe bastante luz natural (compartimento e secretária), estando em concordância com a orientação da fachada. Porém, no inverno alguns ocupantes do Edifício Fernando Abecasis consideram que o ambiente luminoso é ‘ligeiramente escuro’. Tal pode dever-se ao sombreamento que algumas árvores causam no edifício. A percentagem de pessoas que se encontram confortáveis é reduzida e o desconforto de uma maneira geral deve-se ao excesso de claridade presente no compartimento e na secretária.

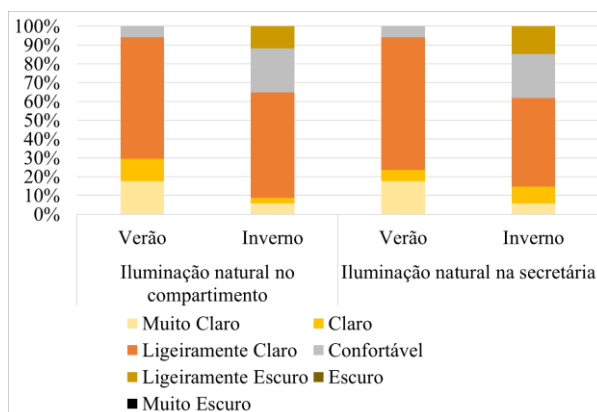


Figura 4.105 – Nível de iluminação no compartimento e na secretária no Edifício Fernando Abecasis.

De uma maneira geral, verifica-se que a ‘manutenção da temperatura interior’ e o ‘ruído exterior’ são os dois fatores que mais influenciam os ocupantes do edifício a manter a(s) janela(s) fechada(s) nas duas estações do ano representativas, sendo que o primeiro fator tem maior peso no inverno. O ‘arrefecimento do compartimento’ no verão e a ‘renovação do ar em termos de poluentes e/ou odor’ tem importância na decisão de abrir a(s) janela(s) para grande parte dos ocupantes do Edifício de ensaio de componentes.

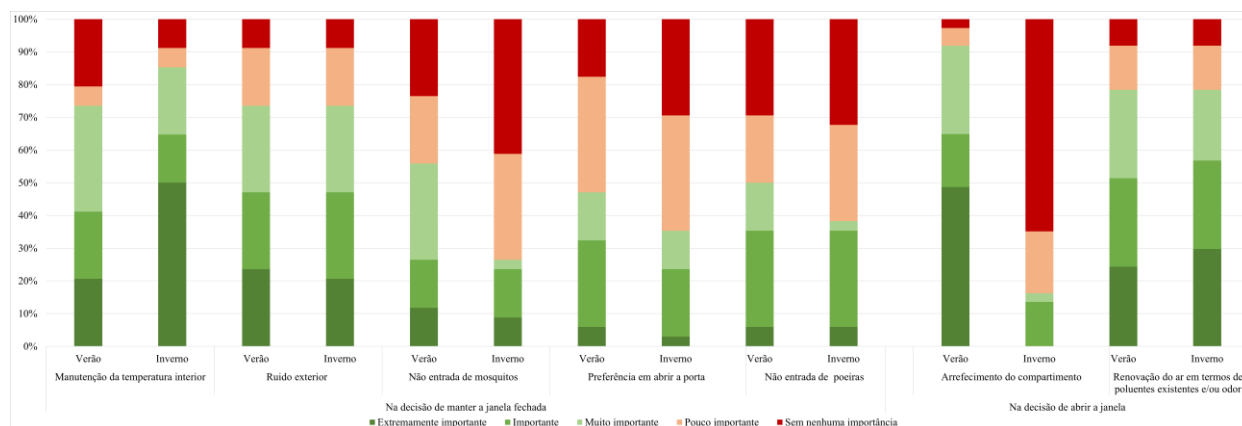


Figura 4.106 - Importância de cada fator na decisão de manter a(s) janela(s) fechada(s) e na decisão de a(s) abrir no Edifício Fernando Abecasis.

No Edifício Fernando Abecasis, o ‘ruído do exterior’ é o fator com maior importância para os respondentes deste edifício. A existência de pavilhões de ensaios agregados a este edifício e a falta de isolamento nas paredes contribui para este resultado.

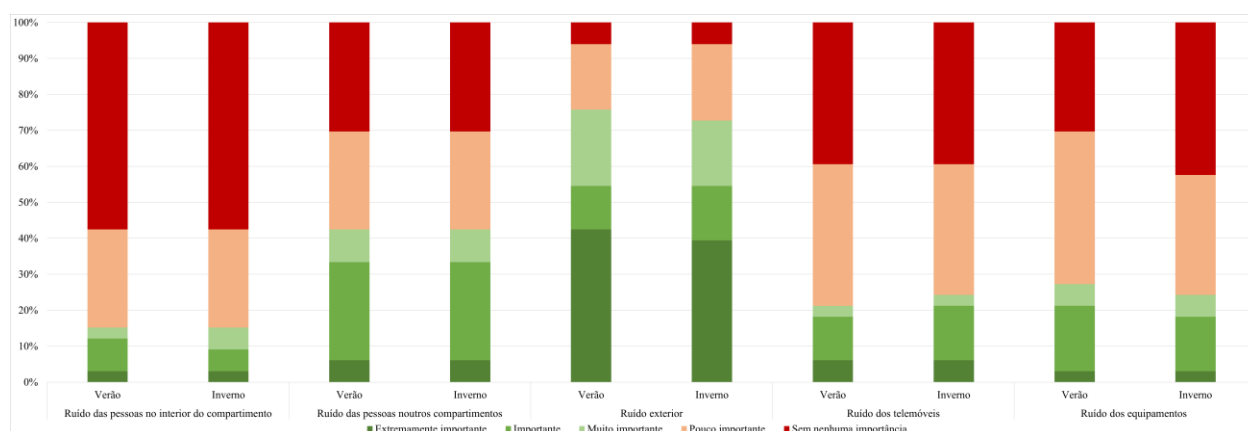


Figura 4.107 - Importância de cada fator para o ruído no Edifício Fernando Abecasis.

A maioria dos respondentes do Edifício Fernando Abecasis utiliza o dispositivo de sombreamento solar ‘sempre/quase sempre’ no verão. Desta forma, é possível perceber que mesmo utilizando este dispositivo, os ocupantes deste encontram-se desconfortáveis com os ambientes térmico e luminoso.

Pela Figura 4.106, verifica-se que a temperatura é um dos principais fatores da abertura da(s) janela(s). Assim, é natural que a utilização da(s) janela(s) seja muito superior no verão do que no inverno conforme indica a Figura 4.108.

No verão, existe menor utilização da iluminação artificial quando comparada com o inverno. Sabendo que no inverno a maioria dos respondentes indica que existe claridade quanto à iluminação natural tanto no compartimento como na secretaria, é possível dizer-se que existe utilização de iluminação artificial de forma desnecessária. Tal pode dever-se ao comportamento que alguns

trabalhadores têm de forma a indicarem que se encontram presentes no seu compartimento e também a uma utilização incorreta do dispositivo de sombreamento solar embora poucas pessoas utilizem estes dispositivos no inverno.

Apesar de quase 70% dos respondentes do Edifício Fernando Abecasis utilizarem ‘sempre/quase sempre’ o aquecimento e a ventoinha, verifica-se que apesar destes comportamentos adaptativos, a maioria dos respondentes encontra-se desconfortável. Isto deve-se ao mau isolamento térmico que a envolvente do edifício apresenta.

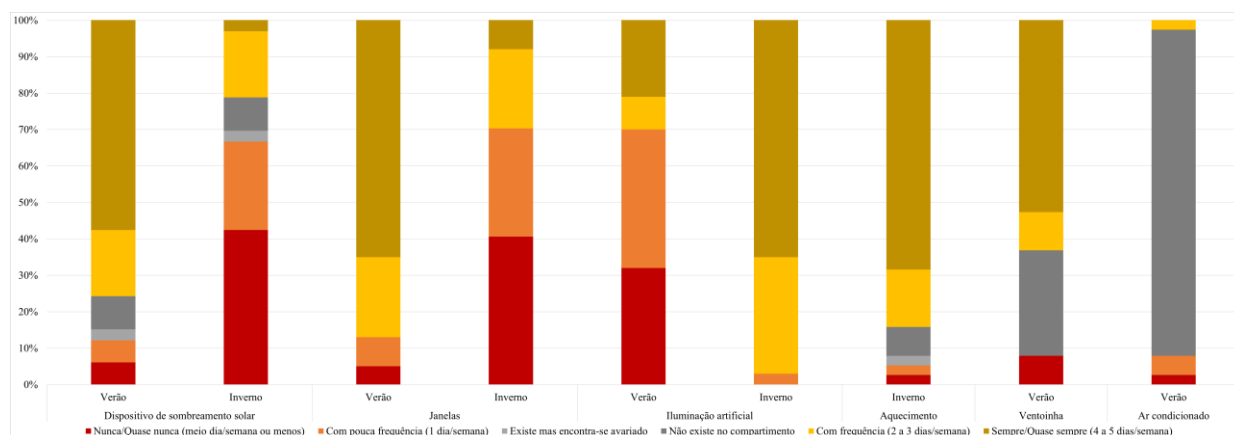


Figura 4.108 – Frequência com que alguns dispositivos e equipamentos são utilizados no Edifício Fernando Abecasis.

O parâmetro mais importante para os ocupantes do Edifício Fernando Abecasis é o ‘ambiente térmico’. No verão, a ‘limpeza’ é o segundo parâmetro mais selecionado e no inverno a ‘iluminação’. O parâmetro menos importante é o ‘mobiliário e decoração do compartimento’ seguido da ‘disposição do compartimento’.

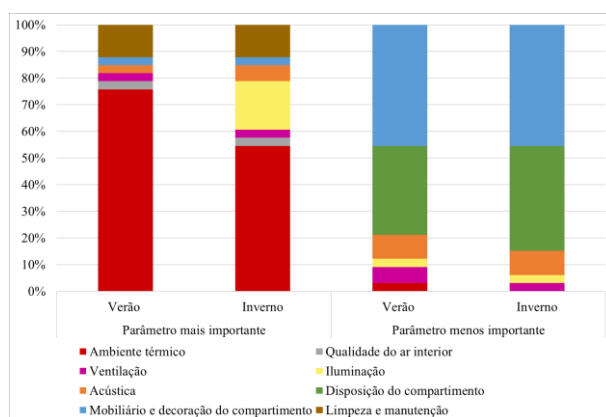


Figura 4.109 – Parâmetros mais e menos importantes no Edifício Fernando Abecasis.

Quando se questionou a satisfação com alguns parâmetros de conforto e como é que estes variam no verão e no inverno, verifica-se que no Edifício Fernando Abecasis dos cinco parâmetros apresentados na Figura 4.110, o ‘ambiente térmico’ é o que têm maior percentagem de pessoas insatisfeitas no verão seguido do ‘isolamento acústico’. No inverno existe maior insatisfação com o ‘isolamento acústico’ seguido do ‘ambiente térmico’ e do ‘ruído’. A ‘qualidade do ar interior’ é o parâmetro onde existe maior percentagem de pessoas satisfeitas no verão e no inverno.

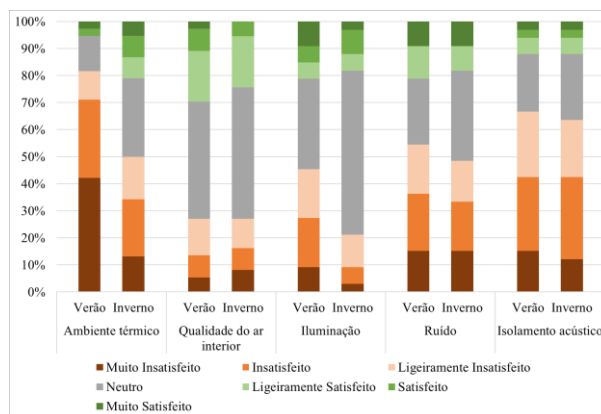


Figura 4.110 – Satisfação com diversos parâmetros de conforto no verão e no inverno no Edifício Fernando Abecasis.

Na Figura 4.111, encontram-se representados os parâmetros onde a distinção entre o verão e o inverno não acontece. A ‘manutenção do edifício’ é o parâmetro que reúne mais insatisfação seguido da ‘limpeza no edifício’ e da ‘limpeza no compartimento’. A ‘privacidade’ é o parâmetro com maior satisfação seguido da ‘facilidade de interação com os outros colegas’.

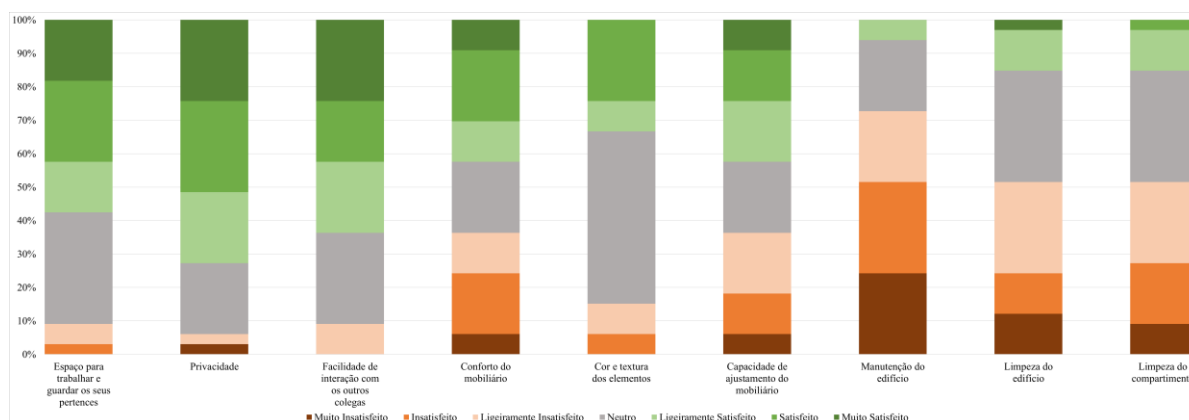


Figura 4.111 – Satisfação com diversos parâmetros de conforto no Edifício Fernando Abecasis.

Quanto à satisfação global com o local de trabalho, apenas 18% dos respondentes do Edifício de ensaio de componentes indicam que se encontram insatisfeitos com a globalidade das suas condições de trabalho e 33% assinalaram como ‘neutro’, não indicando o grau da sua satisfação ou insatisfação. Importa salientar que ninguém se encontra ‘muito satisfeito’ ou ‘muito insatisfeito’.

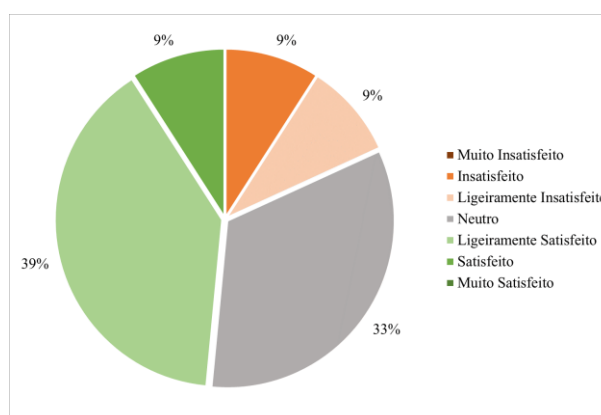


Figura 4.112 - Satisfação global no Edifício Fernando Abecasis.

4.5.4. Resultados do simulador ECO.AP para o Edifício Fernando Abecasis

De acordo com o simulador ECO.AP, a classe energética do Edifício Fernando Abecasis é C com um rácio de classe energética (R_{IEE}) de 1.22, indicando que se encontra mais próximo da classe energética B, como indica a Tabela 2.4.

A Tabela 4.10 é obtida através do simulador e propõe medidas de melhoria da eficiência energética que possam ser aplicáveis ao Edifício Fernando Abecasis, fazendo uma caracterização energética e económica do impacto individual dessas medidas bem como todas aplicadas em conjunto. Quando estas são aplicadas em conjunto, o edifício consegue obter a classe energética B, sendo que apenas a instalação de um sistema solar fotovoltaico é a única medida de melhoria que quando aplicada sozinha consegue melhorar a classe energética atual do edifício. As medidas que têm maior impacto na redução de energia primária encontram-se no início da tabela sendo a instalação de um sistema solar fotovoltaico a que reduz mais o consumo de energia primária e consequentemente os custos energéticos. No anexo C, é possível consultar os resultados obtidos do consumo de energia primária e final do Edifício Fernando Abecasis.

Tabela 4.10 - Medidas de eficiência energética aplicáveis ao Edifício Fernando Abecasis.

	Redução de energia final (kWh/ano)		Redução de energia primária		Redução de custos energéticos	Nova classe energética
	Eletricidade	Combustível	kWh _{EP} /ano	%	EUR/ano	
Instalação de sistema solar fotovoltaico	34389,20	0,00	85972,99	18,63	5158,38	B-
Melhorias nos sistemas de iluminação	21140,22	0,00	52850,54	11,45	3171,03	C
Reforço do isolamento térmico das coberturas	9640,07	0,00	24100,17	5,22	1446,01	C
Reforço do isolamento térmico das paredes	7087,03	0,00	17717,57	3,84	1063,05	C
Reforço do isolamento térmico das janelas	889,01	0,00	2222,52	0,48	133,35	C
Instalação de sistema solar térmico	1949,23	0,00	1985,84	0,43	292,38	C
Substituir chillers	655,99	0,00	1639,96	0,36	98,40	C
Melhorias nos sistemas de produção de água quente sanitária	385,48	0,00	963,71	0,21	57,82	C
Medidas conjuntas ⁹	42028,89	0,00	186459,43	40,40	6304,33	B

No Edifício Fernando Abecasis, o conforto visual (iluminação) é um parâmetro que reúne bastante desconforto e insatisfação sendo também o segundo parâmetro no inverno com maior percentagem de pessoas que o classifica como mais importante. Posto isto, este é um parâmetro que merece alguma reflexão. A melhoria nos sistemas de iluminação é a segunda medida com maior redução de custos energéticos das apresentadas devendo por isto ser aplicada. Contudo, no que respeita ao desconforto sentido pelos ocupantes, esta medida não introduz grandes melhorias uma vez que este provém do excesso de claridade proveniente da iluminação natural. Assim, e apesar da manutenção e aplicação de sombreamentos solares não aparecer mencionada na Tabela 4.10, estas devem ser implementadas percebendo o motivo pelo qual os instalados não suficientes para combater este desconforto.

Sendo o ambiente térmico o parâmetro mais importante para a maioria dos ocupantes do Edifício Fernando Abecasis e que existe bastante desconforto e insatisfação para a maioria dos ocupantes tanto no verão como no inverno embora com maior expressão no verão, as medidas de melhoria de eficiência energética devem passar por melhorar este parâmetro. Uma vez que o reforço do isolamento térmico das coberturas é a terceira medida de melhoria proposta com maior redução de energia primária esta deve

⁹ Não é o somatório individual de todas as medidas, mas sim a simulação de um edifício com todas as medidas definidas anteriormente.

ser aplicada não só em virtude da redução de custos energéticos mas também do conforto dos ocupantes. O reforço do isolamento térmico das paredes e o reforço do isolamento térmicos das janelas são medidas que também melhoram a qualidade do ambiente térmico mas com menor percentagem de redução de custos energéticos em especial a última.

Sabendo que o isolamento acústico é um parâmetro com muita insatisfação e que o ruído do exterior é o fator mais importante na origem do ruído, optar por substituir as janelas de forma a melhorar não só o isolamento térmico como também o isolamento acústico parece ser uma medida que traga conforto para os ocupantes em dois parâmetros que estão indicados como dos que provocam maior desconforto. Note-se que existe uma percentagem de pessoas que indica a acústica como um dos parâmetros mais importantes.

Dado que a ‘manutenção do edifício’ e a ‘limpeza do edifício’ e a ‘limpeza do compartimento’ são parâmetros em que pelo menos metade dos respondentes indicam que se encontram insatisfeitos, importa melhorar o que for possível no que respeita a estes dois parâmetros de conforto e bem-estar, fazendo uma visita ao edifício e conversando com os ocupantes do mesmo de forma a que se percebam melhor estes desconfortos.

Analisando os dois edifícios em simultâneo, verifica-se que os dois possuem a mesma classe energética. Contudo, o Edifício Fernando Abecasis tem um rácio de classe energética inferior ao Edifício de ensaio de componentes e apresenta menor percentagem de pessoas satisfeitas com a globalidade dos fatores no local de trabalho. Assim, constata-se que neste estudo a classe energética não traduz a satisfação dos ocupantes devendo por isso complementar-se as caracterizações objetivas dos ambientes interiores com as subjetivas através dos consumos de energia, do levantamento de informação e de características dos edifícios e da subjetividade de cada indivíduo na transmissão da sua experiência sensorial. Porém, não deve ser desprezado o facto de neste estudo a análise da classificação energética e do questionário em simultâneo ter sido realizada apenas em dois edifícios do LNEC, sendo por isso limitada.

Neste estudo, a complementaridade entre eficiência energética e conforto dos ocupantes aplica-se quando se verifica que no Edifício Fernando Abecasis e no Edifício de ensaio de componentes existe desconforto quanto à iluminação natural e as medidas de melhoria sugeridas pelo simulador ao sistema de iluminação não vão ao encontro da experiência sensorial dos ocupantes uma vez que a melhoria do sistema de iluminação não interfere no problema de iluminação natural dos compartimentos onde os respondentes trabalham mas sim na substituição de lâmpadas. Assim, existe impacto na redução de custos energéticos mas o desconforto causado pela iluminação natural não é resolvido. Sendo o ambiente térmico o parâmetro mais importante para a maioria dos ocupantes dos dois edifícios em estudo e sabendo que existe bastante desconforto e insatisfação para a maioria dos ocupantes tanto no verão como no inverno, devem ser aplicadas medidas de melhoria de eficiência energética que permitam melhorar o conforto térmico, tais como o reforço do isolamento térmico das coberturas, paredes e vãos envidraçados sempre que estas sejam possíveis e rentáveis. De outra forma, implementar energias renováveis é sempre recomendável quando se pretende que um edifício seja mais eficiente energeticamente. Contudo, não têm impacto direto no conforto dos ocupantes.

Posto isto, todas as medidas que tenham impacto na redução dos custos energéticos e não prejudicam o conforto dos ocupantes devem ser aplicadas sempre que exista essa possibilidade. A análise da relação edifícios, comportamentos dos ocupantes e níveis de conforto e bem-estar deve incluir a certificação energética e aspetos subjetivos como perceções, sensações e comportamentos de cada ocupante para que se consigam obter edifícios mais eficientes e ocupantes mais satisfeitos e confortáveis.

5. Conclusões

Gerir recursos energéticos sem comprometer o conforto e bem-estar das populações é um dos principais desafios do mundo atual. A presente dissertação procurou analisar a eficiência energética e o conforto e bem-estar, em concreto no *campus* do LNEC, utilizando uma abordagem interdisciplinar entre as caracterizações objetivas dos ambientes interiores através da certificação energética e a subjetividade de cada indivíduo na transmissão da sua experiência sensorial pela implementação de um questionário.

Da análise das respostas ao questionário, pode inferir-se que nos edifícios do LNEC, que datam de 1952 a 2006:

I. A satisfação global dos ocupantes do LNEC com o local de trabalho indica que uma maioria relativa dos respondentes (76%) encontra-se satisfeita (responderam neutro ou satisfeito).

II. Dos parâmetros analisados, existe uma elevada percentagem de ocupantes insatisfeitos face ao ambiente térmico tanto no verão (77%) como no inverno (60%) e 64% manifestaram-se insatisfeitos com a manutenção do edifício.

III. Os ocupantes manifestaram maior satisfação (neutro ou satisfeitos) no que se refere à facilidade de interação com os outros colegas (95%), ao espaço para trabalhar e guardar os pertences (85%), à privacidade (84%), à cor e textura dos elementos (82%) à iluminação no inverno (80%), à qualidade do ar interior no inverno (74%) e no verão (71%), à iluminação no verão (71%), à capacidade de ajustamento do mobiliário (70%), à limpeza do edifício (65%) e do compartimento (62%), ao conforto do mobiliário (60%) e ao isolamento acústico no inverno (51%) e no verão (50%). Quanto ao ruído existente no compartimento, 56% dos ocupantes encontra-se satisfeito no verão e 58% no inverno. De um modo geral, a insatisfação é mais acentuada no verão podendo ser uma limitação do estudo dado que a implementação do questionário ocorreu nesta altura do ano.

IV. O estudo evidenciou uma correlação fraca entre o ano de construção do edifício com a satisfação dos ocupantes com o conforto térmico no verão e no inverno, indicando que além do tipo de construção e materiais, existem outros fatores explicativos das sensações térmicas percecionadas pelos ocupantes no seu nível de satisfação.

V. As perguntas relacionadas com o comportamento adaptativo dos ocupantes, permitiram identificar que os ocupantes dos edifícios do LNEC adequam à época do ano o vestuário (99% veste roupa fresca no verão e 98% roupa mais quente no inverno) e a utilização das janelas (65% abre ‘sempre/quase sempre’ as janelas no verão e 50% ‘nunca/quase nunca’ no inverno). Quanto à utilização de iluminação artificial e dos dispositivos de sombreamento existem comportamentos diversos, não sendo possível concluir que exista um comportamento adaptativo. Por exemplo, no edifício Ferry Borges 50% dos ocupantes encontram-se confortáveis com a iluminação natural na secretária no verão mas 80% dos respondentes deste edifício utilizam a iluminação artificial e apenas 25% utiliza ‘sempre/quase sempre’ o sombreamento. No edifício de ensaio de componentes apenas 11% se encontra confortável, 22% utilizam ‘sempre/quase sempre’ a iluminação artificial e 67% utiliza ‘sempre/quase sempre’ os dispositivos de sombreamento solar nas mesmas condições que o exemplo anterior, indicando que os ocupantes deste edifício adotam melhores comportamentos que contribuem para a eficiência energética.

VI. Os ocupantes do LNEC manifestaram desconforto em relação aos ambientes térmico e luminoso. As respostas recolhidas indicam que em média a sensação térmica dos respondentes no

compartimento é ‘frio’ no inverno e ‘quente’ no verão. Quanto à luz natural presente no compartimento e na secretária os ocupantes dos edifícios do LNEC consideram em média que é ‘ligeiramente claro’ tanto no verão como no inverno. No verão e no inverno em média os ocupantes consideram que a intensidade do odor no compartimento é ‘muito fraco’.

VII. Os ocupantes em gabinetes expostos a este e a oeste são os que manifestam situações de desconforto mais acentuadas no verão, 59% e 62% respetivamente, classificando o compartimento como ‘muito quente’. Quem ocupa os gabinetes a norte e a oeste apresenta maior desconforto no inverno, 41% e 32% respetivamente, indicando que o compartimento é ‘muito frio’.

VIII. A oeste menos de metade dos ocupantes utiliza o sombreamento com regularidade ou todos os dias, sendo por isso necessário informar e melhorar comportamentos, de forma a reduzir o desconforto.

IX. A maioria dos respondentes do questionário consideram que o ambiente térmico é o parâmetro ‘mais importante’ para a sua sensação de conforto e bem-estar global. Uma vez que existe bastante insatisfação neste parâmetro (77% no verão e 60% no inverno) recomenda-se uma intervenção que permita melhorar o conforto e bem-estar dos ocupantes.

X. Muitos dos ocupantes que se encontram desconfortáveis com a luz natural utilizam a iluminação artificial denotando que não conseguem obter conforto utilizando apenas os dispositivos de sombreamento. Contudo, mais de metade dos ocupantes que dizem sentir-se confortáveis quanto à luz natural no verão e no inverno utilizam ‘sempre ou quase sempre’ iluminação artificial levando a concluir que existe oportunidade de melhorar o comportamento dos ocupantes do LNEC no que respeita o ambiente luminoso, levando a desligar a iluminação artificial quando a luz natural é suficiente.

Não desprezando que a análise entre a complementaridade da classificação energética e do questionário neste estudo é limitada, pois apenas se realizou em dois edifícios do LNEC, verifica-se que a classe energética não reflete a satisfação dos ocupantes. Apesar dos dois edifícios analisados possuírem a mesma classe energética, o Edifício Fernando Abecasis tem um rácio de classe energética inferior ao Edifício de ensaio de componentes e apresenta uma menor percentagem de pessoas que considera estar satisfeita com a globalidade dos fatores. Assim, neste estudo verifica-se a necessidade de aliar as caracterizações objetivas e subjetivas dos ambientes interiores através da certificação energética e da aplicação de um inquérito por questionário.

De um modo geral, a análise da relação edifícios, comportamentos dos ocupantes e níveis de conforto e bem-estar deve incluir não só a certificação energética mas também aspetos subjetivos como perceções, sensações e comportamentos de cada ocupante dos edifícios para com o ambiente interior e para com os sistemas de controlo de que dispõem, pois permite uma análise mais detalhada do que pode ser melhorado nos edifícios de forma a potenciar a produtividade dos trabalhadores e a redução dos custos energéticos.

Em trabalhos futuros propõe-se estender a relação entre o questionário e a certificação energética aos restantes edifícios do LNEC e verificar se existe uma relação mais sólida entre a classe energética e a satisfação manifestada pelos ocupantes; criar um simulador ou otimizar o utilizado neste estudo, incorporando os cálculos e resultados inerentes à certificação energética e alguns dos resultados obtidos através do questionário; aplicar as medidas de melhoria sugeridas pelo simulador e pela análise do questionário e verificar se depois dessa aplicação existe mudança nas respostas dos ocupantes.

6. Referências

- [1] J. Alker, M. Malanca, C. Pottage, and R. O'Brien, "Health, Wellbeing & Productivity in Offices," *World Green Build. Counc.*, p. 46, 2015.
- [2] R. J. de Dear and G. S. Brager, "Developing an adaptive model of thermal comfort and preference," *ASHRAE Trans.*, vol. 104, pp. 1–18, 1998.
- [3] A. S. of H. R. and A. E. (ASHRAE), "ANSI/ASHRAE Standard 55-2013 - Thermal environmental conditions for human occupancy," p. 56, 2013.
- [4] IEEE, "Systems and software engineering — Vocabulary ISO/IEC/IEEE 24765:2010," 2010.
- [5] RECS, "Regulamento de Desempenho Energético dos Edifícios de Comércio e Serviços (RECS) - Requisitos de Ventilação e Qualidade do Ar Interior - Portaria nº 353-A/2013 de 4 de Dezembro," *Diário da República*, vol. 1.^a série, no. 2, p. 8, 2013.
- [6] "ADENE - Agência para Energia - ADENE." [Online]. Available: <https://www.adene.pt/>. [Accessed: 08-Feb-2018].
- [7] J. Bernardo, "Estratégia para a Eficiência Energética nos Edifícios Públicos." 2015.
- [8] Technical Committee CEN/TC 169 "Light and Lighting," "Light and lighting - Lighting of work places - Part 1 : Indoor work," *Eur. Stand. 12464*, vol. 3, pp. 1–43, 2002.
- [9] UC Davis - Student Community Center, "Average Scale Scores by Category," 2014.
- [10] "TJF Ecoenergy Solutions." [Online]. Available: <http://www.tjfecoenergy.pt/>. [Accessed: 08-Feb-2018].
- [11] S. Gaspar, "O impacto do suporte no trabalho percebido pelos trabalhadores," Instituto Superior de Psicologia Aplicada, 2011.
- [12] R. Coelho do Vale and I. Moreira, "Estudo de Satisfação e Bem-estar à Sociedade Portuguesa," 2016.
- [13] O. Fanger, *Thermal comfort analysis and applications in environmental engineering*. New York: McGraw Hill, 1970.
- [14] M. Rebelo, S. Almeida, L. Matos, and C. Santos, "Conforto térmico em ambientes interiores," *Lnec*, 2009.
- [15] K. Fabbri, *Indoor Thermal Comfort Perception A Questionnaire Approach Focusing on Children*. Springer International Publishing AG Switzerland, 2015.
- [16] J. F. Nicol and M. A. Humphreys, "Adaptive thermal comfort and sustainable thermal standards for buildings," *Energy Build.*, vol. 34, no. 6, pp. 563–572, 2002.
- [17] A. Barros and S. Schiffer, *Manual de conforto térmico*, 5th ed. Studio Nobel, 2006.
- [18] "Projetos com Eficiência Térmica Arquitetura | Galeria da Arquitetura." [Online]. Available: <https://www.galeriadaarquitetura.com.br/i-d/projetos/com-eficiencia-termica/8/1#iniciopaginacao>. [Accessed: 10-Feb-2018].
- [19] A. C. D. F. Diogo, "Sistemas Envidraçados com e sem Protecção Solar," *Inst. Super. Técnico* -

- [20] Ministério Da Economia, “Decreto-Lei n.º 28/2016,” *Diário da República. 1ª série*, vol. 119, no. 23 de junho, pp. 1945–1966, 2016.
- [21] M. Boubekri, *Daylighting, Architecture and Health Building Design Strategies*, vol. 1, no. September 2013. 2008.
- [22] C. V. T. Barbosa, “Percepção da Iluminação no Espaço da Arquitetura : Preferências Humanas em Ambientes de Trabalho,” p. 238, 2010.
- [23] LNEC, “Aspectos subjectivos do conforto visual : Percepções e Expectativas,” 2010.
- [24] S. W. Ornstein, “Avaliação Pós-Ocupação aplicada em edifícios de escritórios: Alguns aspectos metodológicos e resultados,” 1995.
- [25] F. Monika Joanna and P. Wargocki, *Human comfort and self-estimated performance in relation to indoor environmental parameters and building features*. 2011.
- [26] L. Lan, Z. Lian, W. Liu, and Y. Liu, “Investigation of gender difference in thermal comfort for Chinese people,” *Eur. J. Appl. Physiol.*, vol. 102, no. 4, pp. 471–480, 2008.
- [27] T. T. Chow, K. F. Fong, B. Givoni, Z. Lin, and A. L. S. Chan, “Thermal sensation of Hong Kong people with increased air speed, temperature and humidity in air-conditioned environment,” *Build. Environ.*, vol. 45, no. 10, pp. 2177–2183, 2010.
- [28] R. F. Rupp, J. Kim, R. de Dear, and E. Ghisi, “Associations of occupant demographics, thermal history and obesity variables with their thermal comfort in air-conditioned and mixed-mode ventilation office buildings,” *Build. Environ.*, vol. 135, no. January, pp. 1–9, 2018.
- [29] M. Rebelo, “Satisfação com as condições de trabalho no LNEC em 2016 Resultados gerais do inquérito aos trabalhadores do LNEC,” 2018.
- [30] L. Matias and C. Santos, “Conforto térmico adaptativo no setor residencial em portugal,” *Congr. Int. da Habitação no Espaço Lusófono*, no. November, pp. 1–12, 2013.
- [31] M. Anjos, “Caracterização do Conforto Acústico em Edifícios de Habitação Caracterização do Conforto Acústico em Edifícios de Habitação,” 2013.
- [32] D. L. 80/2006 Regulation of the Thermal Performance of Buildings RCCTE, “Regulation of the Thermal Performance of Buildings RCCTE,” p. Série I-A, 2468-2513, 2006.
- [33] CEN (European Committee for Standardization), “CEN – Indoor environmental input parameters for design and assessment of energy performance of buildings addressing indoor air quality, thermal environment, lighting and acoustics. EN 15251:2007,” *Geneva Int. Stand. Organ.*, p. 54, 2007.
- [34] R. Ascenso, “Nearly zero energy buildings O que vai mudar com os NZEB?,” p. 14.
- [35] “Consumidores - Sistema de Certificação Energética dos Edifícios.” [Online]. Available: <https://www.sce.pt/certificacao-energetica-de-edificios/consumidores/>. [Accessed: 10-Jul-2018].
- [36] “Estatísticas - Sistema de Certificação Energética dos Edifícios.” [Online]. Available: <https://www.sce.pt/estatisticas/>. [Accessed: 10-Jul-2018].

- [37] “ECO.AP - Programa da Eficiência Energética na Administração Pública,” 2018. [Online]. Available: <http://proteus:10000/ecoap/dashboard>.
- [38] ISO 7730, “International Standard ISO 7730 - Ergonomics of the thermal environment — Analytical determination and interpretation of thermal comfort using calculation of the PMV and PPD indices and local thermal comfort criteria,” vol. 3, 2005.
- [39] I. 8995, “Lighting of Indoor Work Places,” *Iso 8995*, 2002.
- [40] “SurveyMonkey: a ferramenta de questionários online mais popular do mundo.” [Online]. Available: <https://pt.surveymonkey.com>.
- [41] M. L. Mchugh, “The Chi-square test of independence Lessons in biostatistics,” *Biochem. Medica*, vol. 23, no. 2, pp. 143–9, 2013.
- [42] H. Akoglu, “User’s guide to correlation coefficients,” *Turkish J. Emerg. Med.*, vol. 18, no. 3, pp. 91–93, 2018.
- [43] H. A. Miot, “Tamanho da amostra em estudos clínicos e experimentais,” vol. 96, no. 4, pp. 275–278, 2011.

ANEXOS

**ANEXO A –
O INQUÉRITO POR
QUESTIONÁRIO**



LABORATÓRIO NACIONAL
DE ENGENHARIA CIVIL

AVALIAÇÃO SUBJETIVA DE CONFORTO E BEM-ESTAR

Bem-vindo ao questionário de suporte ao processo de Certificação Energética dos Edifícios do LNEC

Este questionário destina-se a recolher informações para suporte à análise da eficiência energética do campus do LNEC (certificação energética do LNEC). É composto por perguntas sobre conforto, bem-estar, equipamentos e comportamentos, para suportar o desenvolvimento do modelo de simulação energética dos edifícios do LNEC.

O seu preenchimento demora cerca de 20 minutos.

A resposta a este questionário é facultativa, embora a resposta de todos os trabalhadores seja muito importante face ao contributo que cada um dará para a caracterização do seu local de trabalho do ponto de vista energético, agradecendo-se assim antecipadamente a sua colaboração.

Este questionário foi autorizado pelo despacho exarado pelo CD em 2018.05.21 na informação n.257/2018 DED.

Investigador Responsável: Armando Pinto

Colaboração:

Mariana Neto (LNEC/FCUL)

Paulo Machado

Marques da Silva

Devido a constrangimentos do questionário, para prosseguir deve premir OK sempre que este apareça.



LABORATÓRIO NACIONAL
DE ENGENHARIA CIVIL

AVALIAÇÃO SUBJETIVA DE CONFORTO E BEM-ESTAR

Caracterização do respondente

Para responder a este questionário, deve ter em conta o compartimento do edifício onde passa a maior parte do seu tempo, i.e., o seu posto de trabalho.

Este questionário é composto por 10 vertentes:

- Ambiente térmico
- Qualidade do ar interior
- Ventilação
- Iluminação

- Ruído
- Disposição do compartimento
- Mobiliário e decoração do compartimento
- Limpeza e manutenção
- Parâmetros de conforto
- Satisfação global

O tratamento estatístico das respostas será efetuado com absoluto respeito pelo anonimato dos respondentes, sendo que as perguntas de identificação do respondente visam associar um funcionário a um determinado conjunto de características do mesmo e do local onde desempenha as suas tarefas. Para esse efeito é solicitado o número de funcionário. Caso não pretenda fornecer o seu número de funcionário, solicita-se que forneça os restantes dados solicitados.

1 N° de Funcionário

2 Edifício onde trabalha:

- | | |
|---|---|
| <input type="radio"/> Edifício Arantes e Oliveira | <input type="radio"/> Pavilhão do núcleo de fundações e obras subterrâneas |
| <input type="radio"/> Edifício Calouste Gulbenkian | <input type="radio"/> Edifício do refeitório e outras instalações de apoio ao pessoal |
| <input type="radio"/> Edifício Manuel Rocha | <input type="radio"/> Edifício engenharia sanitária |
| <input type="radio"/> Edifício Ferry Borges | <input type="radio"/> Pavilhão do porto de Lisboa (desactivado) |
| <input type="radio"/> Edifício do armazém 1 e sala de actividades | <input type="radio"/> Pavilhão de ensaios de fogo, coberturas e metrologia |
| <input type="radio"/> Edifício do centro de instrumentação científica | <input type="radio"/> Pavilhão Montevideu-túnel aerodinâmico |
| <input type="radio"/> Edifício das madeiras | <input type="radio"/> Pavilhão da hidráulica marítima |
| <input type="radio"/> Edifício das instalações | <input type="radio"/> Pavilhão da hidráulica fluvial |
| <input type="radio"/> Edifício areias normalizadas | <input type="radio"/> Pavilhão de modelos reduzidos |
| <input type="radio"/> Edifício do armazém 2, infantário e bar | <input type="radio"/> Armazéns A, B, C |
| <input type="radio"/> Edifício de ensaio de componentes | <input type="radio"/> Garagens |
| <input type="radio"/> Edifício Fernando Abecasis | <input type="radio"/> Pavilhão do modelo de cuama-congressos |
| <input type="radio"/> Edifício departamento de transportes | <input type="radio"/> Armazém e arquivo do DHA |

3 Orientação da fachada do compartimento onde trabalha (direção para a qual a fachada está virada):

☐ Norte

☐ Sul

☐ Este

☐ Oeste

☐ Cave

4 Sexo:

☐ Feminino

☐ Masculino

5 Idade:

☐ ≤ 25 anos

☐ 26-35 anos

☐ 36-45 anos

☐ 46-55 anos

☐ ≥ 56 anos

6 Carreira a que pertence:

☐ Investigação

☐ Técnica Superior

☐ Assistente técnico

☐ Assistente operacional

☐ Outra situação

7 Encontra-se num compartimento:

☐ Individual

☐ 2 pessoas

☐ 3-5 pessoas

☐ ≥ 6 pessoas



LABORATÓRIO NACIONAL
DE ENGENHARIA CIVIL

AVALIAÇÃO SUBJETIVA DE CONFORTO E
BEM-ESTAR

Caracterização do respondente

Para o exercício de Certificação Energética em curso, e estritamente no âmbito desta, pede-se que dê algumas respostas de natureza mais subjetiva/avaliativa, da maior importância para este estudo.

1 Nível de atividade física nas horas de trabalho:

- ☐ Alta (maior parte do tempo de pé e em movimento)
- ☐ Moderada
- ☐ Sedentária (maior parte do tempo sentado)

2 Considera-se:

- ☐ Canhoto
- ☐ Destro

3 Utiliza habitualmente (i.e., a maior parte dos dias):

- ☐ Lentes de contacto
- ☐ Óculos
- ☐ Ambos
- ☐ Nenhum dos anteriores

4 Nos últimos 3 anos teve alguma doença profissional relacionada com:

- | | |
|---|---|
| <input type="checkbox"/> Ambiente térmico | <input type="checkbox"/> Iluminação |
| <input type="checkbox"/> Qualidade do ar interior | <input type="checkbox"/> Limpeza e manutenção |
| <input type="checkbox"/> Ruído | <input type="checkbox"/> Nenhuma |

Outro (especifique)



LABORATÓRIO NACIONAL
DE ENGENHARIA CIVIL

AVALIAÇÃO SUBJETIVA DE CONFORTO E
BEM-ESTAR

Ambiente térmico

Qual é, normalmente, a sua sensação térmica no compartimento de trabalho

durante:

(para responder deverá mover o cursor)

1 O VERÃO

Muito Frio Neutro (confortável) Muito Quente



2 O INVERNO

Muito Frio Neutro (confortável) Muito Quente



LABORATÓRIO NACIONAL
DE ENGENHARIA CIVIL

AVALIAÇÃO SUBJETIVA DE CONFORTO E
BEM-ESTAR

Ambiente térmico

Comparativamente com aquela que é, habitualmente, a temperatura existente, indique a sua preferência de temperatura (i.e., como gostaria que fosse a temperatura) no compartimento durante:

(sinalize uma só opção em cada pergunta)

1 O VERÃO

- ☐ Mais Fresco
- ☐ Sem Alteração (como normalmente se encontra)
- ☐ Mais Quente

2 O INVERNO

- ☐ Mais Frio
- ☐ Sem Alteração (como normalmente se encontra)
- ☐ Mais Quente



LABORATÓRIO NACIONAL
DE ENGENHARIA CIVIL

AVALIAÇÃO SUBJETIVA DE CONFORTO E BEM-ESTAR

Ambiente térmico

Após premir OK, indique o vestuário que usualmente utiliza no LNEC:

(as imagens representam diferentes níveis de isolamento térmico do vestuário, devendo seleccionar a opção mais adaptada a cada época do ano)



1 NO VERÃO

- ☐ a)
- ☐ b)
- ☐ c)
- ☐ d)
- ☐ e)

2 NO INVERNO

- ☐ a)
- ☐ b)
- ☐ c)
- ☐ d)
- ☐ e)



LABORATÓRIO NACIONAL
DE ENGENHARIA CIVIL

AVALIAÇÃO SUBJETIVA DE CONFORTO E
BEM-ESTAR

Ambiente térmico

Indique com que frequência
utiliza:

(sinalize uma só opção em cada pergunta)

1 O AQUECIMENTO NO INVERNO

- | | |
|---|--|
| <input type="radio"/> Sempre/Quase sempre (4 a 5 dias/semana) | <input type="radio"/> Nunca/Quase nunca (meio dia/semana ou menos) |
| <input type="radio"/> Com frequência (2 a 3 dias/semana) | <input type="radio"/> Não existe no compartimento |
| <input type="radio"/> Com pouca frequência (1 dia/semana) | <input type="radio"/> Existe mas encontra-se avariado |

2 O AR CONDICIONADO NO VERÃO

- | | |
|---|--|
| <input type="radio"/> Sempre/Quase sempre (4 a 5 dias/semana) | <input type="radio"/> Nunca/Quase nunca (meio dia/semana ou menos) |
| <input type="radio"/> Com frequência (2 a 3 dias/semana) | <input type="radio"/> Não existe no compartimento |
| <input type="radio"/> Com pouca frequência (1 dia/semana) | <input type="radio"/> Existe mas encontra-se avariado |

3 A VENTONHA NO VERÃO

- | | |
|---|--|
| <input type="radio"/> Sempre/Quase sempre (4 a 5 dias/semana) | <input type="radio"/> Nunca/Quase nunca (meio dia/semana ou menos) |
| <input type="radio"/> Com frequência (2 a 3 dias/semana) | <input type="radio"/> Não existe no compartimento |
| <input type="radio"/> Com pouca frequência (1 dia/semana) | <input type="radio"/> Existe mas encontra-se avariado |



LABORATÓRIO NACIONAL
DE ENGENHARIA CIVIL

AVALIAÇÃO SUBJETIVA DE CONFORTO E BEM-ESTAR

Ambiente térmico

Indique a sua satisfação quanto ao conforto
térmico:

(para responder deverá mover o cursor)

1 NO VERÃO

Muito Insatisfeito Neutro Muito Satisfeito

2 NO INVERNO

Muito Insatisfeito Neutro Muito Satisfeito



LABORATÓRIO NACIONAL
DE ENGENHARIA CIVIL

AVALIAÇÃO SUBJETIVA DE CONFORTO E BEM-ESTAR

Qualidade do ar interior

Indique a intensidade do odor no
compartimento:

(sinalize uma só opção em cada pergunta)



1 NO VERÃO

- | | |
|---|---|
| <input type="checkbox"/> Sem odor | <input type="checkbox"/> Odor moderado |
| <input type="checkbox"/> Odor muito fraco | <input type="checkbox"/> Odor forte |
| <input type="checkbox"/> Odor fraco | <input type="checkbox"/> Odor muito forte |

2 NO INVERNO

- | | |
|---|---|
| <input type="checkbox"/> Sem odor | <input type="checkbox"/> Odor moderado |
| <input type="checkbox"/> Odor muito fraco | <input type="checkbox"/> Odor forte |
| <input type="checkbox"/> Odor fraco | <input type="checkbox"/> Odor muito forte |



LABORATÓRIO NACIONAL
DE ENGENHARIA CIVIL

AVALIAÇÃO SUBJETIVA DE CONFORTO E
BEM-ESTAR

**Qualidade do ar
interior**

Indique se o odor é:

(sinalize uma só opção em cada pergunta)

1 NO VERÃO

- ☐ Agradável
☐ Neutro
☐ Desagradável

2 NO INVERNO

- ☐ Agradável
☐ Neutro
☐ Desagradável



Qualidade do ar interior

Indique a sua satisfação quanto à qualidade do ar interior no
compartimento:

(para responder deverá mover o cursor)

1 NO VERÃO

Muito Insatisfeito Neutro Muito Satisfeito

2 NO INVERNO

Muito Insatisfeito Neutro Muito Satisfeito



Ventilação

Indique com que frequência abre as janelas do
compartimento:

(sinalize uma só opção em cada pergunta)



1 NO VERÃO

- ☐ Sempre/Quase sempre (4 a 5 dias/semana)
- ☐ Com frequência (2 a 3 dias/semana)
- ☐ Com pouca frequência (1 dia/semana)
- ☐ Nunca/Quase nunca (meio dia/semana ou menos)

2 NO INVERNO

- ☐ Sempre/Quase sempre (4 a 5 dias/semana)
- ☐ Com frequência (3 a 2 dias/semana)
- ☐ Com pouca frequência (1 dia/semana)
- ☐ Nunca/Quase nunca (meio dia/semana ou menos)



LABORATÓRIO NACIONAL
DE ENGENHARIA CIVIL

AVALIAÇÃO SUBJETIVA DE CONFORTO E
BEM-ESTAR

Ventilação

Indique a importância de cada factor na decisão de abrir a janela:

(sinalize uma só opção em cada hipótese considerada)

1 NO VERÃO

	Sem nenhuma importância	Pouco importante	Importante	Muito importante	Extremamente importante
Arrefecer o compartimento	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Renovar o ar(em termos de poluentes existentes ou odor)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

2 NO INVERNO

	Sem nenhuma importância	Pouco importante	Importante	Muito importante	Extremamente importante
Arrefecer o comportamento	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Renovar o ar (em termos de poluentes existentes ou odor)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>



LABORATÓRIO NACIONAL
DE ENGENHARIA CIVIL

AVALIAÇÃO SUBJETIVA DE CONFORTO E BEM-ESTAR

Ventilação

Indique a importância de cada factor na decisão de manter a janela fechada:

(sinalize uma só opção em cada hipótese considerada)

1 NO VERÃO

	Sem nenhuma importância	Pouco importante	Importante	Muito importante	Extremamente importante
Para manter a temperatura do compartimento	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Ruído exterior é incomodativo	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Para não entrarem insetos/mosquitos no compartimento	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Preferência em abrir a porta	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Para não entrarem poeiras	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

2 NO INVERNO

	Sem nenhuma importância	Pouco importante	Importante	Muito importante	Extremamente importante
Para manter a temperatura do compartimento	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Ruído exterior é incomodativo	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Para não entrarem insetos/mosquitos no compartimento	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Preferência em abrir a porta	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Para não entrarem poeiras	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>



LABORATÓRIO NACIONAL
DE ENGENHARIA CIVIL

AVALIAÇÃO SUBJETIVA DE CONFORTO E BEM-ESTAR

Iluminação

Classifique o nível de iluminação natural que normalmente existe no compartimento:

(para responder deverá mover o cursor)

1 NO VERÃO

Muito Claro	Confortável	Muito Escuro
<input type="range"/>		

2 NO INVERNO

Muito Claro	Confortável	Muito Escuro
<input type="range"/>		



Iluminação

Classifique o nível de iluminação natural que normalmente existena sua
secretária:

(para responder deverá mover o cursor)

1 NO VERÃO

Muito Claro Confortável Muito Escuro

2 NO INVERNO

Muito Claro Confortável Muito Escuro



Iluminação

Para melhorar o seu conforto visual, indique com que frequência liga a luz
artificial:

(sinalize uma só opção em cada pergunta)



1 NO VERÃO

- ☐ Sempre/Quase sempre (4 a 5 dias/semana)
- ☐ Com frequência (3 a 2 dias/semana)
- ☐ Com pouca frequência (1 dia/semana)
- ☐ Nunca/Quase nunca (meio dia/semana ou menos)

2 NO INVERNO

- ☐ Sempre/Quase sempre (4 a 5 dias/semana)
- ☐ Com frequência (2 a 3 dias/semana)
- ☐ Com pouca frequência (1 dia/semana)
- ☐ Nunca/Quase nunca (meio dia/semana ou menos)



LABORATÓRIO NACIONAL
DE ENGENHARIA CIVIL

AVALIAÇÃO SUBJETIVA DE CONFORTO E
BEM-ESTAR

Iluminação

Indique com que frequência utiliza o sombreamento solar:

(sinalize uma só opção em cada pergunta)

1 NO VERÃO

- ☐ Sempre/Quase sempre (4 a 5 dias/semana)
- ☐ Com frequência (2 a 3 dias/semana)
- ☐ Com pouca frequência (1 dia/semana)
- ☐ Nunca/Quase nunca (meio dia/semana ou menos)
- ☐ Não existe no compartimento
- ☐ Existe mas encontra-se avariado

2 NO INVERNO

- ☐ Sempre/Quase sempre (4 a 5 dias/semana)
- ☐ Com frequência (2 a 3 dias/semana)
- ☐ Com pouca frequência (1 dia/semana)
- ☐ Nunca/Quase nunca (meio dia/semana ou menos)
- ☐ Não existe no compartimento
- ☐ Existe mas encontra-se avariado



Iluminação

Indique a sua satisfação quanto ao conforto visual (encadeamento, reflexões...)

(para responder deverá mover o cursor)

1 NO VERÃO

Muito Insatisfeito Neutro Muito Satisfeito

2 NO INVERNO

Muito Insatisfeito Neutro Muito Satisfeito



Ruído

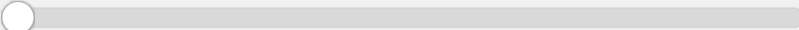
Indique a sua satisfação quanto ao ruído:

(para responder deverá mover o cursor)



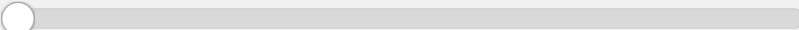
1 NO VERÃO

Muito Insatisfeito Neutro Muito Satisfeito



2 NO INVERNO

Muito Insatisfeito Neutro Muito Satisfeito



LABORATÓRIO NACIONAL
DE ENGENHARIA CIVIL

AVALIAÇÃO SUBJETIVA DE CONFORTO E
BEM-ESTAR

Ruído

Indique o grau de importância de cada um dos seguintes factores no seu
descontentamento:

(sinalize uma só opção em cada hipótese considerada)



1 NO VERÃO

	Sem nenhuma importância	Pouco importante	Importante	Muito importante	Extremamente importante
Ruído das pessoas dentro do compartimento	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Ruído das pessoas dos outros compartimentos e corredor	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Ruído proveniente do exterior do edifício	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Ruído dos telemóveis/telefones	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Ruído dos equipamentos (lâmpadas, eletrodomésticos...)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

2 NO INVERNO

	Sem nenhuma importância	Pouco importante	Importante	Muito importante	Extremamente importante
Ruído das pessoas dentro do compartimento	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Ruído das pessoas dos outros compartimentos e corredor	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Ruído proveniente do exterior do edifício	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Ruído dos telemóveis/telefones	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Ruído dos equipamentos (lâmpadas, eletrodomésticos...)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>



Ruído

Indique a sua satisfação quanto ao isolamento acústico do compartimento:

(para responder deverá mover o cursor)

1 NO VERÃO

Muito Insatisfeito Neutro Muito Satisfeito

2 NO INVERNO

Muito Insatisfeito Neutro Muito Satisfeito



Disposição do compartimento

(sinalize uma só opção em cada hipótese considerada)

1 Como caracteriza a vista para o exterior?

- | | |
|--|---------------------------------------|
| <input type="radio"/> Muito interessante | <input type="radio"/> Desinteressante |
| <input type="radio"/> Interessante | <input type="radio"/> Não tem vista |
| <input type="radio"/> Neutro | |

- 2) Identifique que elementos estão mais próximos da sua área de tarefas (menos de 5 metros):

	Parede exterior	Parede interior	Porta	Janela para o exterior
Do seu lado direito	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Do seu lado esquerdo	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
À sua frente	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Nas suas costas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

- 3) Indique a sua satisfação com o espaço para trabalhar e para guardar os seus pertences:

Muito Insatisfeito Neutro Muito Satisfeito

☐ ☐ ☐

- 4) Indique a sua satisfação com a privacidade visual no compartimento:

Muito Insatisfeito Neutro Muito Satisfeito

☐ ☐ ☐

- 5) Indique a sua satisfação com a facilidade de interação com outros colegas:

Muito Insatisfeito Neutro Muito Satisfeito

☐ ☐ ☐



LABORATÓRIO NACIONAL
DE ENGENHARIA CIVIL

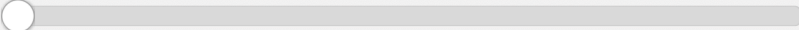
AVALIAÇÃO SUBJETIVA DE CONFORTO E
BEM-ESTAR

**Mobiliário e decoração do
compartimento**

(para responder deverá mover o cursor)

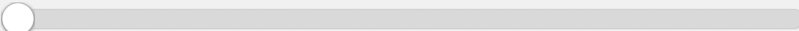
- 1 Indique a sua satisfação quanto ao conforto do mobiliário (cadeira, secretária, computador, equipamento, etc) no compartimento:

Muito Insatisfeito Neutro Muito Satisfeito



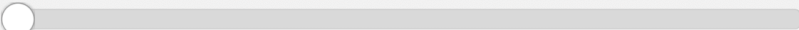
- 2 Indique a sua satisfação com a capacidade de ajustamento do mobiliário às suas necessidades:

Muito Insatisfeito Neutro Muito Satisfeito



- 3 Indique a sua satisfação quanto à cor e textura do pavimento, mobiliário e outras superfícies interiores:

Muito Insatisfeito Neutro Muito Satisfeito



LABORATÓRIO NACIONAL
DE ENGENHARIA CIVIL

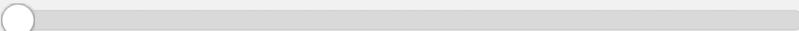
AVALIAÇÃO SUBJETIVA DE CONFORTO E BEM-ESTAR

Limpeza e manutenção

(para responder deverá mover o cursor)

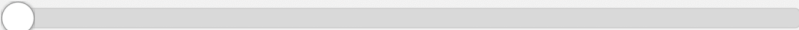
- 1 Indique a sua satisfação quanto à limpeza do edifício:

Muito Insatisfeito Neutro Muito Satisfeito



- 2 Indique a sua satisfação quanto à limpeza do compartimento:

Muito Insatisfeito Neutro Muito Satisfeito



3 Indique a sua satisfação quanto à manutenção do edifício:

Muito Insatisfeito Neutro Muito Satisfeito

☐ ☐ ☐



LABORATÓRIO NACIONAL
DE ENGENHARIA CIVIL

AVALIAÇÃO SUBJETIVA DE CONFORTO E BEM-ESTAR

Parâmetros de conforto

Indique o parâmetro que considera mais importante para o conforto/bem-estar:

(sinalize apenas um item)

1 NO VERÃO

- | | |
|---|--|
| <input type="checkbox"/> Ambiente térmico | <input type="checkbox"/> Acústica |
| <input type="checkbox"/> Ar interior | <input type="checkbox"/> Disposição do compartimento |
| <input type="checkbox"/> Ventilação | <input type="checkbox"/> Mobiliário e decoração do compartimento |
| <input type="checkbox"/> Iluminação | <input type="checkbox"/> Limpeza e manutenção |

2 NO INVERNO

- | | |
|---|--|
| <input type="checkbox"/> Ambiente térmico | <input type="checkbox"/> Acústica |
| <input type="checkbox"/> Ar interior | <input type="checkbox"/> Disposição do compartimento |
| <input type="checkbox"/> Ventilação | <input type="checkbox"/> Mobiliário e decoração do compartimento |
| <input type="checkbox"/> Iluminação | <input type="checkbox"/> Limpeza e manutenção |



LABORATÓRIO NACIONAL
DE ENGENHARIA CIVIL

AVALIAÇÃO SUBJETIVA DE CONFORTO E BEM-ESTAR

Parâmetros de conforto

Indique o parâmetro que considera menos importante para o conforto/bem-estar:

(para responder sinalize apenas um item)

1 NO VERÃO

- | | |
|---|--|
| <input type="checkbox"/> Ambiente térmico | <input type="checkbox"/> Acústica |
| <input type="checkbox"/> Ar interior | <input type="checkbox"/> Disposição do compartimento |
| <input type="checkbox"/> Ventilação | <input type="checkbox"/> Mobiliário e decoração do compartimento |
| <input type="checkbox"/> Iluminação | <input type="checkbox"/> Limpeza e manutenção |

2 NO INVERNO

- | | |
|---|--|
| <input type="checkbox"/> Ambiente térmico | <input type="checkbox"/> Acústica |
| <input type="checkbox"/> Ar interior | <input type="checkbox"/> Disposição do compartimento |
| <input type="checkbox"/> Ventilação | <input type="checkbox"/> Mobiliário e decoração do compartimento |
| <input type="checkbox"/> Iluminação | <input type="checkbox"/> Limpeza e manutenção |



LABORATÓRIO NACIONAL
DE ENGENHARIA CIVIL

AVALIAÇÃO SUBJETIVA DE CONFORTO E
BEM-ESTAR

**Satisfação
global**

(para responder deverá mover o cursor)

1 Indique a sua satisfação global com o local de trabalho, considerando todos os parâmetros:

Muito Insatisfeito Neutro Muito Satisfeito



LABORATÓRIO NACIONAL
DE ENGENHARIA CIVIL

AVALIAÇÃO SUBJETIVA DE CONFORTO E
BEM-ESTAR

**Obrigado pela sua
participação!**

ANEXO B –
VARIÁVEIS E RESULTADOS
DO QUESTIONÁRIO

Tabela 6.1 – Orientação da fachada do compartimento por edifício.

		Orientação da fachada do compartimento										Total	
		Cave		Este		Norte		Oeste		Sul			
		n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
EDIFÍCIO	Ed. Arantes e Oliveira	0	0,0	12	13,8	37	42,5	17	19,5	21	24,1	87	100,0
	Ed. Calouste Gulbenkian	0	0,0	6	11,3	12	22,6	6	11,3	29	54,7	53	100,0
	Ed. das instalações	0	0,0	1	14,3	0	0,0	0	0,0	6	85,7	7	100,0
	Ed. das madeiras	0	0,0	2	33,3	1	16,7	3	50,0	0	0,0	6	100,0
	Ed. de ensaio de componentes	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	16	100,0	16	100,0
	Ed. departamento de transportes	0	0,0	0	0,0	3	20,0	2	13,3	10	66,7	15	100,0
	Ed. do centro de instrumentação científica	1	6,3	6	37,5	1	6,3	5	31,3	3	18,8	16	100,0
	Ed. do refeitório e outras instalações de apoio ao pessoal	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	50,0	1	50,0	2	100,0
	Ed. engenharia sanitária	0	0,0	1	6,7	6	40,0	0	0,0	8	53,3	15	100,0
	Ed. Fernando Abecasis	0	0,0	10	27,0	5	13,5	9	24,3	13	35,1	37	100,0
	Ed. Ferry Borges	0	0,0	1	12,5	4	50,0	3	37,5	0	0,0	8	100,0
	Ed. Manuel Rocha	0	0,0	1	5,9	4	23,5	1	5,9	11	64,7	17	100,0
	Pav. da hidráulica fluvial	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	33,3	2	66,7	3	100,0
	Pav. da hidráulica marítima	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	50,0	1	50,0	2	100,0
	Pav. de ensaios de fogo, coberturas e metrologia	0	0,0	1	11,1	6	66,7	2	22,2	0	0,0	9	100,0
	Ed. do armazém 2, infantário e bar	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	100,0	0	0,0	1	100,0
	Pav. de modelos reduzidos	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	100,0	0	0,0	1	100,0
TOTAL		1	0,3	41	13,9	79	26,8	53	18,0	121	41,0	295	100,0

Tabela 6.2 – Data de construção dos edifícios.

		Ano de construção
EDIFÍCIO	Ed. Arantes e Oliveira	1952-1955
	Ed. Calouste Gulbenkian	1961-1972
	Ed. das instalações	1982-1992
	Ed. das madeiras	1961-1972
	Ed. de ensaio de componentes	1982-1992
	Ed. departamento de transportes	1982-1992
	Ed. do centro de instrumentação científica	1956-1960
	Ed. do refeitório e outras instalações de apoio ao pessoal	1961-1972
	Ed. engenharia sanitária	1993-2006
	Ed. Fernando Abecasis	1961-1972
	Ed. Ferry Borges	1993-2006
	Ed. Manuel Rocha	1961-1972
	Pav. da hidráulica fluvial	Antes de 1952
	Pav. da hidráulica marítima	1956-1960
	Pav. de ensaios de fogo, coberturas e metrologia	1961-1972
	Ed. do armazém 2, infantário e bar	1961-1972
	Pav. de modelos reduzidos	1993-2006

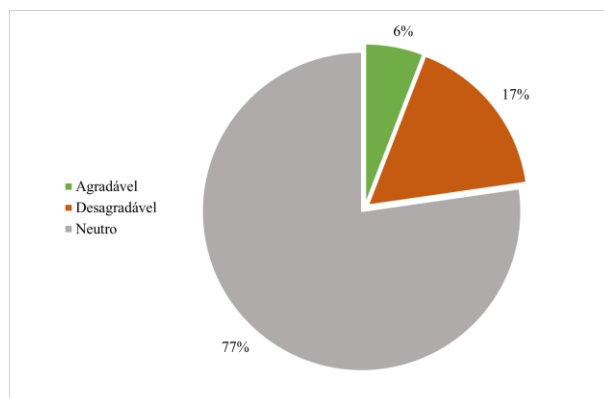


Figura 6.1 - Percepção do odor no verão.

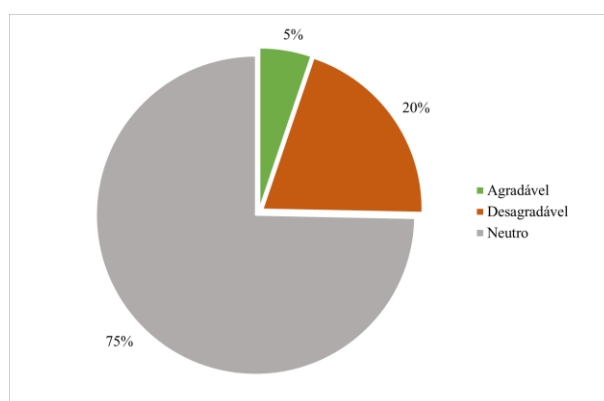


Figura 6.2 - Percepção do odor no inverno.

ANEXO C –
**RESULTADOS DO
SIMULADOR ECO.AP**

Tabela 6.3 - Consumo anual de energia previsto por simulação dinâmica detalhada multizona do Edifício de ensaio de componentes.

	Energia final (kWh/ano)			Energia primária (kWh _{EP} /ano)		
	Eletricidade	Combustível	Renováveis	Eletricidade	Combustível	Renováveis
Aquecimento	67258,56	0,00	0,00	168146,41	0,00	0,00
Arrefecimento	9822,17	-	-	24555,43	-	-
Água Quente Sanitária	672,71	0,00	0,00	1681,77	0,00	0,00
Água Quente Piscina	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Sistemas de transporte de pessoas e cargas	0,00	-	-	0,00	-	-
Bombas	0,00	-	-	0,00	-	-
Ventilação	0,00	-	-	0,00	-	-
Iluminação Interior	37801,00	-	-	94502,50	-	-
Iluminação Exterior	0,00	-	-	0,00	-	-
Equipamentos	12756,56	0,00	-	31891,40	0,00	-
Produção de energia elétrica	-	-	0,00	-	-	0,00
TOTAL	128311,01	0,00	0,00	320777,51	0,00	0,00

Tabela 6.4 - Consumo anual de energia previsto por simulação dinâmica detalhada multizona do Edifício Fernando Abecasis.

	Energia final (kWh/ano)			Energia primária (kWh _{EP} /ano)		
	Eletricidade	Combustível	Renováveis	Eletricidade	Combustível	Renováveis
Aquecimento	40774,10	0,00	0,00	101935,25	0,00	0,00
Arrefecimento	16916,41	-	-	42291,02	-	-
Água Quente Sanitária	2018,12	0,00	0,00	5045,31	0,00	0,00
Água Quente Piscina	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Sistemas de transporte de pessoas e cargas	1873,49	-	-	4683,73	-	-
Bombas	0,00	-	-	0,00	-	-
Ventilação	0,00	-	-	0,00	-	-
Iluminação Interior	68935,72	-	-	172339,30	-	-
Iluminação Exterior	0,00	-	-	0,00	-	-
Equipamentos	54093,76	0,00	-	135234,40	0,00	-
Produção de energia elétrica	-	-	0,00	-	-	0,00
TOTAL	184611,60	0,00	0,00	461529,00	0,00	0,00